



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**NÍVEL MESTRADO**



**JOSÉ MURILHO FARIAS BOMFIM**

**PEGADA HÍDRICA E DESEMPENHO ECONÔMICO DA CULTURA DO**  
**COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) NO AGRESTE SERGIPANO**

**SÃO CRISTÓVÃO**  
**2017**

**JOSÉ MURILHO FARIAS BOMFIM**

**PEGADA HÍDRICA E DESEMPENHO ECONÔMICO DA CULTURA DO  
COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) NO AGRESTE SERGIPANO**

**Dissertação apresentada como requisito  
parcial para obtenção do título de Mestre  
pelo Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente da  
Universidade Federal de Sergipe.**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Inajá Francisco de Souza**

**SÃO CRISTÓVÃO  
2017**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE LAGARTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Bomfim, José Murilho Farias.  
B695p Pegada hídrica e desempenho econômico da cultura do  
coentro (*Coriandrum sativum* L.) no agreste sergipano / José  
Murilho Farias Bomfim; orientador Inajá Francisco de Souza.  
– São Cristóvão, 2017.  
80 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio  
Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Coentro – Aspecto econômico. 2. Água - Uso. 3.  
Horticultura. I. Souza, Inajá Francisco de, orient. II. Título.

CDU 635.75



**JOSÉ MURILHO FARIAS BOMFIM**

**PEGADA HÍDRICA E DESEMPENHO ECONÔMICO DA CULTURA DO  
COENTRO (*Coriandrum sativum* L.) NO AGRESTE SERGIPANO**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade  
Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 22 de fevereiro de 2017, pela banca examinadora constituída pelos seguintes  
membros:

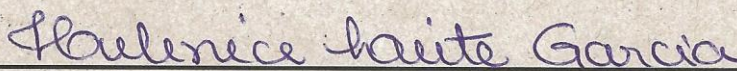
---

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa (Orientador)  
Universidade Federal de Sergipe - PRODEMA/UFS



---

Prof. Dr. André Quintão de Almeida  
Universidade Federal de Sergipe – DEAGRI/UFS (Avaliador externo)

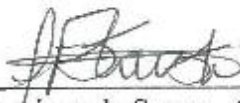


---

Prof.ª Dr.ª Helenice Leite Garcia  
Universidade Federal de Sergipe – DEQ/UFS (Avaliador Externo)



Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

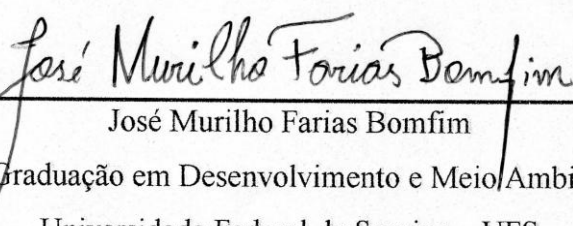


---

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa - Orientador


Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA  
Universidade Federal de Sergipe – UFS

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Dissertação e emprestar ou vender tais cópias.



---

José Murilho Farias Bomfim  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA  
Universidade Federal de Sergipe – UFS



---

Prof. Dr. Inajá Francisco de Sousa - Orientador  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA  
Universidade Federal de Sergipe – UFS

*Dedico este trabalho a **minha mãe, Zeni e meu Pai, Bomfim** (ambos in memoriam), grandes incentivadores e torcedores em toda minha vida. Estes me ensinaram a olhar e amar o simples e compreender que na vida tudo é passageiro.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço de modo muito especial:

A Deus pela presença constante em minha vida.

A todos da minha família: irmãs, tias, sobrinhos (a), cunhados... Obrigado pelo incentivo apoio e paciência.

Ao Profº. Drº. Inajá Francisco de Sousa que conduziu a orientação dessa pesquisa com muita competência, paciência e responsabilidade. Obrigado pelo aprendizado.

Ao Profº Dr Vicente de P. R. Silva pela contribuição através das informações necessárias à realização desse estudo.

Ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe – PRODEMA/UFS por toda estrutura e apoio no andamento e conclusão do mestrado.

Ao Gerente da Unidade de Produção de Hortaliças pertencente à empresa Hortaliças Vida Verde localizado no município de Itabaiana/SE.

Aos meus grandes amigos, que conheci no PRODEMA. Obrigado a todos pelos risos pelas horas de estudo, pelos momentos de brincadeiras.

A todos, muito obrigado.



## RESUMO

A racionalização do uso da água na agricultura não se faz apenas por adoção de determinados sistemas eficientes, mas também pelo uso de estratégias racionais que minimizem o desperdício e reduzam os impactos ambientais. Outro aspecto altamente limitante é a eficiência produtiva, fazendo necessário a utilização de estimativas de custos de produção na administração de empresas hortifrutigranjeiras para fornecer informações do sistema para a tomada de decisão. A produção de coentro (*Coriandrum sativum L.*) irrigado é uma atividade que se caracteriza pelo custo de produção por hectare cultivado. Nesse contexto à contabilização da pegada hídrica e do desempenho econômico permitem a eficiente tomada de decisões em relação à gestão da água e na minimização de custos no sentido de alocar adequadamente os recursos disponíveis para a determinada cultura. Este trabalho tem por objetivo determinar as Pegadas Hídricas (PH): verde, azul e cinza culminando com a análise econômica da cultura do coentro na região Agreste do Estado de Sergipe. A análise da PH foi feita a partir dos dados da cultivar tabocas produzidas na Empresa Hortaliças Vida Verde, localizada no município de Itabaiana/SE. Os dados analisados referem-se aos anos de 2013 a 2015 durante as estações inverno, primavera, verão e outono. Para o desempenho econômico foi utilizado como base os dados de produtividade do ano 2016, em uma área de 900 m<sup>2</sup> e, para tanto se utilizou os indicadores econômicos tais como: receita bruta, receita líquida e à relação benefício e custo. Os resultados obtidos apontaram valores para cada estação: inverno (PHverde 62%, PHazul 36% e PHcinza 2%); primavera (PHverde 5%, PHazul 94 % e PHcinza 1%) verão (PHverde 6%, PHazul 93 % e PHcinza 1%) e outono (PHverde 18 %, PHazul 81 % e PHcinza 1%) tendo como média a participação da PHazul (81%), seguidos da PHverde (17%) e PHcinza (2%) na contribuição da pegada hídrica total para o coentro irrigado. O maior percentual foi obtida da PHazul que corresponde ao uso intensivo do sistema de irrigação. Enquanto que o menor percentual obtido na PHcinza correspondeu ao baixo uso de fertilizantes sintéticos. A produtividade da cultura apresentou resultados satisfatórios nos indicadores econômicos, culminando com os seguintes valores: receita bruta de R\$ 8.437,50, receita líquida de R\$ 6.226,78 e a relação benefício custo foi de R\$ 3,82. Esse resultado significa que para cada R\$ 1,00 (um real) utilizado no custo de produção da cultura, houve um retorno de R\$ de 3,82. O insumo que mais onerou o custo de produção foi à torta de mamona correspondendo a 49 % dos demais fertilizantes. As aplicações desses indicadores na empresa contribuirão para ações positivas no sentido de compreender os desafios relacionados com o consumo de água e maximizar a sua rentabilidade na produção.

**Palavras-chave:** Horticulturas. Gestão do uso da água. Viabilidade econômica.

## ABSTRACT

The rationalization of water use in agriculture is not only through the adoption of certain efficient systems, but also through the use of rational strategies that minimize waste and reduce environmental impacts. Another highly limiting aspect is productive efficiency, making it necessary to use production cost estimates in the management of fruit and vegetable companies to provide system information for decision making. The production of irrigated coriander (*Coriandrum sativum* L.) is an activity characterized by the cost of production per hectare cultivated, in this context the accounting of the water footprint and the economic performance allow the efficient decision making in relation to the water management and the minimization of costs in the sense of Adequately allocate the resources available for the given crop. This work aims to determine the Water Footprints (PH): green, blue and gray culminating with the economic analysis of coriander culture in the Agreste region of the State of Sergipe. The PH analysis was based on data from the tabocas cultivar produced at Hortaliças Vida Verde Company, located in the city of Itabaiana / SE. The data analyzed refer to the years 2013 to 2015 during the winter, spring, summer and fall seasons. For the economic performance, the productivity data for the year 2016 was used as a base, in an area of 900 m<sup>2</sup>, for which economic indicators such as gross revenue, net revenue and the profit and cost ratio were used. The results obtained indicated values for each season: winter (PHgreen 62%, PHblue 36% and PHgrey 2%); Spring (PHgreen 5%, PHblue 94% and PHgrey 1%) summer (PHgreen 6%, PHblue 93% and PHgrey 1%) and autumn (PHgreen 18%, PHblue 81% and PHgrey 1%) having the average participation of PHblue (81%), followed by PHgreen (17%) and PHgrey (2%) in the contribution of the total water footprint to the irrigated coriander. The highest percentage was obtained from the blue PH corresponding to the intensive use of the irrigation system. While the lower percentage obtained in PH gray corresponded to the low use of synthetic fertilizers. The productivity of the crop presented satisfactory results in the economic indicators. Finishing with the following values: gross revenue of R \$ 8,437.50, net revenue of R \$ 6,226.78 and cost benefit ratio was R \$ 3.82. This means that for each R \$ 1.00 (one real) used in the production cost of the crop, there was a return of R \$ 3.82. The input that most burdened the cost of production was castor bean cake corresponding to 49% of the other fertilizers. The applications of these indicators in the company will contribute to positive actions to understand the challenges related to water consumption and maximize their profitability in production.

Keywords: Horticulture. Management of water use. Economic viability.

## LISTA DE SIGLAS

ABSCEM	Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas
ANA	Agência Nacional de Água
CEASA	Centro Estadual de Abastecimento
COE	Custo Operacional Efetivo
COGERH	Companhia de Gestão de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COT	Custo Operacional Total
CTP	Custo Total de Produção
DAP	Dias após o plantio
ET <sub>c</sub>	Evapotranspiração da cultura
ET <sub>m</sub>	Evapotranspiração máxima
ET <sub>o</sub>	Evapotranspiração de referência
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Food and Agricultural Organization
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
K <sub>c</sub>	Coeficientes de Cultura
P <sub>eff</sub>	Precipitação efetiva
PERH-SE	Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe
PH	PEGADA HÍDRICA
UP	Unidade de Planejamento
USDA	SCS Serviço de Conservação do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
WRI	World Resource Initiative

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe .....	23
Figura 02 – Os componentes da Pegada Hídrica .....	26
Figura 03 – Fases de avaliação da Pegada Hídrica.....	28
Figura 04 – Pegada Hídrica per capita dos diversos países ( $\text{m}^3/\text{per capita/ano}$ ) .....	30
Figura 05 – Morfologia externa do coentro ( <i>Coriandrum sativum L</i> ).....	37
Figura 06 – Localização Geográfica da área de estudo .....	46
Figura 07 – Canteiros da cultura do coentro irrigado da área experimental.....	48
Figura 08 – Esquema da parcela experimental na área de cultivo do coentro.....	49
Figura 09 – Valores da evapotranspiração de água verde ( $\text{ET}_{\text{verde}}$ ) e azul ( $\text{ET}_{\text{azul}}$ ) da cultura do coentro cultivar tabocas nas estações: inverno, primavera, verão e outono no Agreste Sergipano .....	59
Figura 10 – Valores de demanda hídrica verde e azul ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) da cultura do coentro cultivar tabocas em estações: inverno, primavera, verão e outono no Agreste Sergipano .....	60
Figura 11 – Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano no período de inverno.....	62
Figura 12 – Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano no período de primavera.....	63
Figura 13 – Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano no período de verão .....	64
Figura 14 – Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do agreste sergipano no período de outono .....	65
Figura 15 – Dados comparativos dos valores da pegada hídrica do coentro cultivar tabocas em estações no ano distintas no Agreste Sergipano .....	65
Figura 16 – Pegada Hídrica total da cultura do coentro cultivar tabocas ( $\text{m}^3\text{t}^{-1}$ ) do Agreste Sergipano.....	66
Figura 17 – Etapas da produção da cultura coentro.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Brasil, Sergipe, Itabaiana: Produção de Folhagens (2006).....	39
Figura 02 – Datas das campanhas experimentais do coentro cultivado no Agreste Sergipano	50
Figura 03 – Média do ciclo da evapotranspiração da cultura (ETc) do coentro cultivar tabocas em estações do ano distintas no Agreste Sergipano .....	58
Figura 04 – Produtividade da massa fresca da parte aérea da cultura do coentro cultivar tabocas durante as estações do ano no Agreste Sergipano .....	61
Figura 05 – Valores utilizados para o cálculo da pegada hídrica cinza (PHcinza, m <sup>3</sup> . ton <sup>-1</sup> ) da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano .....	61
Figura 06 – Custo de mão de obra de uma área de 900 m <sup>2</sup> , no Agreste Sergipano.....	68
Figura 07 – Coeficientes de custos de produção de uma área de 900 m, cultivado com coentro no Agreste Sergipano .....	68
Figura 08 – Indicadores econômicos de receita bruta (RB) custo de Produção (CP) Receita Líquida (RL) e relação custo/benefício de coentro em uma área de 900 m no Agreste Sergipano.....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Tipos de Pegada Hídrica.....	29
--	----



## SUMÁRIO

### RESUMO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E NO ESTADO DE SERGIPE.....</b>	<b>19</b>
2.1.1	Gestão dos recursos hídricos .....	19
2.1.2	Gestão dos recursos hídricos no Brasil.....	21
2.1.3	Gestão dos recursos hídricos no Estado de Sergipe .....	22
<b>2.2</b>	<b>PEGADA HÍDRICA .....</b>	<b>24</b>
2.2.1	Conceito de Pegada Hídrica .....	24
2.2.2	Componentes da Pegada Hídrica.....	26
2.2.3	Contabilização e avaliação da Pegada Hídrica .....	27
2.2.4	Tipos e contabilidade mundial e nacional da Pegada Hídrica .....	29
2.2.5	Pegada Hidrica como um novo indicador de sustentabilidade .....	31
<b>2.3</b>	<b>EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA E O COEFICIENTE DE CULTURA .....</b>	<b>33</b>
2.3.1	Evapotranspiração de referência (ET <sub>o</sub> ) .....	34
2.3.2	Evapotranspiração efetiva (Pe <sub>ff</sub> ) .....	35
2.3.3	Evapotranspiração de cultura.....	36
2.3.4	Lixiviação .....	36
<b>2.4</b>	<b>CULTIVO DA CULTURA DO COENTRO .....</b>	<b>37</b>
<b>2.5</b>	<b>CUSTO DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE.....</b>	<b>40</b>
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização e localização da área de estudo.....</b>	<b>46</b>
<b>3.2</b>	<b>Área de estudo e tratamentos culturais.....</b>	<b>47</b>
<b>3.3</b>	<b>Métodos .....</b>	<b>50</b>

3.3.1	Evapotranspiração de referência.....	50
3.3.2	Coeficiente de Cultura.....	51
3.3.3	Cálculo dos componentes da Pegada Hídrica da cultura do coentro.....	51
3.3.4	Componentes da Pegada Hídrica Verde da cultura do coentro .....	52
3.3.5	Componentes da Pegada Hídrica Azul da cultura do coentro .....	53
3.3.6	Componentes da Pegada Hídrica Cinza da cultura do coentro.....	54
3.3.7	Pegada Hídrica total do processo da cultura do coentro.....	55
3.3.8	Análise de desempenho econômico da cultura do coentro.....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>57</b>
4.1	Pegada Hídrica da cultura do coentro.....	58
4.2	Custos e rentabilidade na produção do coentro .....	67
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água de forma geral é um recurso fundamental para a sobrevivência e manutenção de toda espécie de vida do planeta, e em função disto, nos últimos anos o seu gerenciamento tem se tornado uma preocupação em várias partes do mundo. Hoje em dia já existe uma consciência de que o uso indiscriminado deste recurso pode ocasionar a falta de água doce no nosso planeta, ou seja, o ser humano deve repensar seus hábitos cuidando melhor deste bem natural tão precioso.

A água doce é um recurso finito essencial para a vida humana além de ser um dos principais fatores para a produção na agricultura e para o desenvolvimento sustentável na atividade agrícola. As reservas de água doce são limitadas, com isso se faz necessário maximizar o aproveitamento hídrico de acordo com a oferta ambiental e avaliar a sustentabilidade das pegadas hídricas numa dada região. O município de Itabaiana localizado na região Agreste do Estado de Sergipe caracteriza-se por ser um dos principais produtores de horticultura, tendo como destaque a cultura do coentro. Em 2014, o cultivo dessa hortaliça gerou uma produção de 3.960 toneladas segundo informações obtidas na Secretária de Estado da Comunicação Social de Sergipe (2014).

De acordo com Xavier e Bezerra (2004), o estado de Sergipe tem uma insuficiência per capita em termos de disponibilidade hídrica, que pode ser verificada com maior clareza na parte semiárida do seu território. Os habitantes desta área geográfica padecem de carências hídricas crônicas presentes desde o período inicial de povoamento da região, que é denominada sertão, constituinte de uma extensão do semiárido nordestino, na qual as secas são periódicas e, na maioria das vezes, devastadoras. Os autores ainda afirmam que a escassez de água no interior sergipano contrasta com abundância deste recurso na região litorânea.

De acordo com Empinoti e Jacobi (2012), o grande desafio nos dias atuais está no desenvolvimento de práticas de gestão pautado na promoção da eficiência no uso da água, a garantia do uso sustentável da água e na necessidade de promover corresponsabilização face à disponibilidade hídrica. Cada vez mais tem se observado um maior uso das reservas de água doce do planeta, o que tem provocado aumento da degradação ambiental e isso implica no comprometimento dos mananciais e prejudicando as reservas hídricas.

Diante deste contexto, os usos de indicadores dos recursos hídricos tornaram-se fundamentais na aplicação dessa nova estratégia e transformaram o setor privado em

protagonista na promoção e aplicação de práticas que levem ao uso eficiente dos recursos hídricos.

A estabilização da economia brasileira e a inserção do país no processo de globalização fazem com que os produtores agrícolas sejam cada vez mais tomadores de preços para seus produtos, em um mercado cada vez mais competitivo. Para isso, análise de custos de produção ganha importância (MARTINS et al. 1998). O conhecimento das condições de mercado e dos recursos naturais dá ao produtor rural os elementos básicos para o desenvolvimento de sua atividade econômica (CREPALDI, 2006).

Diante do exposto, este trabalho dissertativo teve como objetivo geral determinar as pegadas hídricas Verde, Azul e Cinza culminando com a análise econômica da cultura do coentro na região Agreste do Estado de Sergipe. Como objetivos específicos o presente trabalho têm:

- Quantificar os valores de pegada hídrica dos componentes verde, azul e cinza para a produção do coentro;
- Comparar a demanda hídrica azul, verde e cinza da cultura do coentro;
- Estimar os custos de produção do coentro;
- Contabilizar a rentabilidade da produção do coentro.

Para o alcance dos objetivos preconizados a presente dissertação encontra-se estruturada em quatro capítulos, descritos sucintamente a seguir.

No Capítulo I apresenta-se a Introdução do projeto de estudo.

O Capítulo II apresenta-se uma revisão bibliográfica através da concepção de diversos autores sobre o tema proposto.

No capítulo III fez-se abordagem dos procedimentos metodológicos utilizados norteadores da pesquisa, bem como as técnicas utilizadas e a elaboração dos gráficos.

No capítulo IV são apresentados e discutidos os resultados alcançados da pesquisa com a apresentação de gráficos, tabelas e por último foram feitas as considerações finais.

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**



## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL E NO ESTADO DE SERGIPE**

#### **2.1.1 Gestão dos recursos hídricos**

A gestão da água está associada à conservação das nascentes fornecedoras, seus usos múltiplos do recurso hídrico, suas alocações hídricas e a descentralização e participação para o aproveitamento e manejo adequado dos corpos d'água, além de acordos entre países no sentido de promover o uso racional da água, prevendo soluções para os conflitos potenciais com visão prospectiva de curto, médio e longo prazo. Para Rocha e Studart (2014), a gestão é o processo que trata das informações e decisões relativas ao fluxo, ao uso, ao estoque e à conservação da água, de maneira a garantir sua provisão, de acordo com os padrões de sustentabilidade, para a geração atual e futura.

A água é considerada um recurso ou bem econômico, porque é finita, vulnerável e essencial para a conservação da vida e do meio ambiente. Além disso, sua escassez impede o desenvolvimento de diversas regiões. Por outro lado, é também tida como um recurso ambiental, pois a alteração adversa desse recurso pode contribuir para a degradação da qualidade ambiental. Já a degradação ambiental afeta, direta ou indiretamente, a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a fauna e a flora; as condições estéticas e sanitárias do meio; e a qualidade dos recursos ambientais (BORSOI e TORRES, 1997).

Para Rebouças (2006), o termo “água” refere-se, regra geral, ao elemento natural, desvinculado de qualquer uso ou utilização. Por sua vez, o termo “recurso hídrico” é a consideração da água como bem econômico passível de utilização com tal fim. O autor comenta que toda a água da Terra não é, necessariamente, um recurso hídrico, na medida em que seu uso ou utilização nem sempre tem viabilidade econômica.

A demanda mundial para a produção de alimentos aumenta progressivamente a taxas muito altas. Atualmente, na maioria dos países, continentes e regiões, a água consumida na agricultura é de cerca de 70% da disponibilidade total. Há uma enorme necessidade de

redução desse uso com a introdução de tecnologias adequadas, eliminação dos desperdícios e introdução de reuso e reciclagem (TUNDISI, 2008).

Dos usos consuntivos de água por setor, no mundo, são usados 70% da água que retiramos todos os anos dos rios, lagos e aquíferos para irrigar um quinto das plantações mundiais. A indústria usa por ano, 20% dessa água; as cidades e residências utilizam os 10% restantes (MILLER JR, 2004). Um dos grandes desafios do século XXI dever ser a resolução e o acompanhamento de conflitos internacionais resultantes da disputa pela disponibilidade de água (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

Para Tundisi (2008), um gerenciamento integrado, preditivo com alternativas e otimização de usos múltiplos deve ser implantado no nível de bacias hidrográficas com a finalidade de descentralizar o gerenciamento e dar oportunidades de participação de usuários, setor público e privado. Para o autor se faz necessário à educação da comunidade em todos os níveis e preparação de gestores com novas abordagens sobre a questão dos recursos hídricos.

Quanto às experiências internacionais na gestão dos recursos hídricos pode-se citar na América do sul, cooperação internacional efetiva tem se desenvolvido na Bacia do Prata (compartilhada por Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai) e na Bacia Amazônica (compartilhada por nove países). Ações conjuntas de monitoramento para controle da qualidade da água, estudos conjuntos para avaliar o impacto dos usos do solo na contaminação e degradação dos recursos hídricos e realização de programas de capacitação conjunta de gestores de recursos hídricos são algumas ações e atividades já desenvolvidas e que tem estimulado políticas públicas de longo prazo para a gestão dessas bacias (TUNDISI, 2008).

A experiência francesa na gestão de águas data de 1898, mas a lei culminou em 1964 que define a bacia hidrográfica como unidade básica de gerenciamento de recursos hídricos e descentraliza e contando com a participação dos usuários, das coletividades locais e do Estado (BORSOI; TORRES, 2008). O modelo brasileiro de gestão hídrica, com forte inspiração na experiência francesa, porém cercado de todas as adequações necessárias ao cenário do país (GARRIDO, 2003; MARTINS e FELICIDADE, 2006).

Em função da competitividade que é imposta pelo mercado global, a água deve ser avaliada de maneira integral: como elemento vital da sociedade e da biodiversidade é um recurso de valor econômico para o desenvolvimento, além de seus valores quanto a aspectos

culturais e espirituais. Uma matéria prima que tende a escassear, tanto em quantidade quanto em qualidade, tornando-se, portanto, cada vez mais cara (REBOUÇAS, 2006).

### 2.1.2 Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil destaca-se no cenário mundial pela grande descarga de água doce dos seus rios, cuja produção hídrica,  $117.900 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e mais  $73.100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  da Amazônia internacional, representa 53% da produção de água doce do continente sul-americano de 334 mil  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$  e 12% do total mundial 1.488 milhões de  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$  (REBOUÇAS, 2006).

As águas no Brasil, segundo a constituição federal de 1988, são divididas em dois domínios – federal e estadual – e sua administração envolve órgãos de diferentes esferas da administração pública e organização pública e privada (MARTINS, PAULINO e FILHO, 2003). Martins e Felicidade (2006) citam que a carta magna brasileira em vigor estabelece o domínio público e prevê a criação de mecanismos legais e modalidades de cobrança para o uso dos recursos hídricos. Eles citam como exemplo o estado de São Paulo com a Lei Estadual nº 7.663 de 1991, que reconhece a água não somente como um bem público, mas com um bem dotado de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada, observado os aspectos de quantidade, qualidade e as peculiaridades das bacias hidrográficas.

Em termos de recursos hídricos, deve-se ter em conta que a agricultura é a atividade que consome mais água, entre 70-80 % da demanda total da sociedade moderna (REBOUÇAS, 2006). Esse consumo de água está associado com o sistema de irrigação, pois este processo é o que constitui o principal usuário de recursos hídricos (PRUSKI e PRUSKI, 2011). Dias (2004) aborda que os seus efeitos secundários da irrigação incluem depleção dos rios e corpos d'água (O Mar Aral é um exemplo clássico).

Para Machado, Miranda e Pinheiro(2004), a água deverá torna-se, ao longo do século XXI, um recurso natural tão importante do ponto de vista econômico, social e político, quanto foram o carvão e o petróleo para economia mundial ao longo dos últimos 150 anos. Tucci, Hespanhol e Neto (2001), apontam que a região Nordeste o seu desenvolvimento rural está relacionado com a disponibilidade hídrica.

O Brasil possui a política Nacional de Recursos Hídricos no sentido de assegurar a necessária disponibilidade de água, a utilização racional dos recursos hídricos e a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos em atendimento ao princípio constitucional de 1988.

(BRAGA et al., 2005). Para Carmo (2007), seria necessário aplicar a política das águas proposta na lei de recursos hídricos (Lei 9.433/97). O autor aborda que a determinada lei representa importantes avanços em termos da gestão da água. O autor cita como um dos principais instrumentos de operacionalização da gestão são a outorga de direito de uso, que possui grande potencial de organização das demandas, e a cobrança pelo uso de água bruta como instrumento de gestão. Um exemplo bastante evidente foi no ano de 1992 quando foi aprovada a Lei do Ceará, com a qual foi criado a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) no ano de 1993, setor pioneiro que iniciou o processo de cobrança de água bruta nas áreas urbanas para o setor industrial.

Pruski e Pruski (2011), enfatizam que a gestão de recursos hídricos é a forma para equacionar e resolver as questões associadas à escassez. Essa gestão deverá ser articulada com um conjunto de ações dos diferentes agentes sociais, econômicos ou socioculturais no sentido de controlar e proteger este recurso ambiental com fins de disciplinamento para as respectivas ações antrópicas de acordo com a política estabelecida para o mesmo de modo atingir o desenvolvimento sustentável (FREITAS, 2005). Sustentabilidade que aparece como critério normativo para a reconstrução da ordem econômica e como condição para a sobrevivência humana, exigindo novos conhecimentos interdisciplinares e o planejamento Inter setorial do desenvolvimento; mas, sobretudo a participação dos cidadãos em seus projetos de vida. (LEFF, 2011).

### 2.1.3 Gestão dos Recursos Hídricos em Sergipe

A gestão dos Recursos Hídricos e os desdobramentos decorrentes da abordagem integrada da gestão da água é um tema que merece grande importância no país, especialmente no Nordeste do Brasil pelas limitações de ordem climática a que está sujeita a região. Dimensões até pouco tempo considerada irrelevantes adquiriram magnitude e expressão no contexto do gerenciamento integrado após a promulgação da Constituição de 1988 (XAVIER e BEZERRA, 2005).

Para efeito de gestão, considera-se a existência de seis sistemas de rios que drenam o estado de Sergipe: São Francisco, Japaratuba, Sergipe, Vaza Barris, Piauí e Real. (SERGIPE, 2011). Destes, o São Francisco e o Vaza Barris integram o conjunto de bens pertencentes à União, nos termos do artigo 20, III da Constituição Federal, por banharem mais de um estado

da Federação, enquanto os demais constituem bacias hidrográficas estaduais (LIMA, 2004). Destaca-se como rios deficitários Rio Arauá e o Rio Piauí (Bacia do Piauí); Rio Jabiberi (Bacia do Rio Real); Rio Siriri e o Rio Japarutuba (Bacia do Rio Japarutuba); Rio Jacarecica (Bacia do Rio Sergipe) e o Rio Trairas (Bacia do Rio Vaza Barris) (SERGIPE, 2011).

Figura 01. Bacias Hidrográficas do Estado de Sergipe



Fonte: Mapa Digital de Recursos Hídricos de Sergipe (2016)

Com acentuados problemas de acesso à água se faz necessário uma gestão cuidadosa no estado afim de que carências deste bem sejam gerenciadas. Para o autor a distribuição hídrica sendo diferente no estado é necessário à conservação das suas águas, e medidas para uma implementação rápida de um modelo de gestão bem detalhada, pois caso contrário, Sergipe sofrerá no futuro consequências dessa omissão (LIMA, 2005).

O estado de Sergipe dispõe da lei sobre gerenciamento de recursos hídricos com fundamentos à lei nacional (TUCCI, HESPANHOL e NETO, 2003). O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recurso Hídrico coordenar a gestão integrada das águas; arbitrar administrativamente os conflitos relacionados como os recursos hídricos; implementar a Política de Recursos Hídricos; planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a



recuperação dos recursos hídricos; promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos (GUIMARÃES, 2010).

Apesar de não existir uma lei das águas de domínio municipal, as secretarias municipais de meio ambiente possuem autonomia para agir sobre os sistemas hídricos, ou seja, bacias hidrográficas abrangidas pelo município, desta forma não podem legislar ou conceder outorgas. Sua ação se restringe a ações de fiscalização e intervenções em bacias urbanas, sempre sob a dependência da aprovação do órgão estadual (MARTINS, PAULINO e FILHO, 2003).

Guimarães (2010) aborda que a política ambiental em Sergipe ainda deverá percorrer um longo caminho até que possa, efetivamente, atuar consoante ao que preconiza a legislação voltada para o meio ambiente. A autora comenta que os desafios postos à sustentabilidade ambiental apenas se avolumarão diante das demandas cada vez mais intensas de uma sociedade calcada no crescimento econômico. Nesse sentido faz-se necessário que as organizações da sociedade civil representem intervenções ativas perante sua realidade em que vivem, para que aumentem a capacidade desta sociedade exercer sua cidadania e desenvolver de forma sustentável (FIGUEREDO, 2016).

## **2.2 PEGADA HÍDRICA**

### **2.2.1 Conceito de Pegada Hídrica**

Em 2002, Arjen Y. Hoekstra desenvolveu o conceito de Pegada Hídrica (PH) no qual se considera que “A Pegada Hídrica é um indicador do uso da água que considera não apenas o seu uso direto por um consumidor ou produtor, mas também seu uso indireto” (HOEKSTRA et al., 2011). No contexto brasileiro, as organizações ambientalistas internacionais sediadas no Brasil foram os atores que iniciaram a popularização e disseminação da temática da Pegada Hídrica no País (EMPINOTTI, 2012).

A Pegada Hídrica (PH) é um indicador bastante abrangente da apropriação dos recursos de água doce, expressados em volume de consumo e poluição de água. A PH é um indicador multidimensional representando os volumes de consumo de água em termos de espaço, dividindo os recursos hídricos de acordo com as distintas fontes de águas utilizadas,

como por exemplo, a água presente no solo (Pegada hídrica verde) e águas de irrigação (Pegada Hídrica azul). A Pegada Hídrica também pode ser um subsídio para medir a contaminação dos recursos de água doce resultante da poluição (Pegada Hídrica cinza) (EMPINOTTI e JACOBI, 2012).

De acordo com Giacomini e Ohnuma Jr (2012), a pegada hídrica é uma metodologia que permite contornar os efeitos da escassez de água que hoje já priva milhões de pessoas em várias partes do mundo ao acesso a esse recurso essencial para suas vidas. Os autores afirmam que este indicador abre a possibilidade para uma gestão mais adequada dos recursos hídricos, evitando a exploração nos locais onde ela é mais escassa e direcionando o consumo para as regiões do planeta onde ela é mais abundante.

Para Chapagain e Tickner (2012), a pegada hídrica fornece informações espaço-temporais claras e precisas de com a água e apropriada para as várias atividades humanas, isto é, estas medidas podem refletir as imensas variações locais na utilização, evaporação e impactos em relação aos recursos hídricos. Estes afirmam que os cálculos podem contribuir para a discussão sobre o consumo e alocação de forma sustentável e equitativa dos recursos hídricos, com também construir bases para uma avaliação das dependências e impactos ambientais, sociais e econômicos locais.

A inovação do conceito de Pegada Hídrica em relação a outros indicadores, e que este mede a utilização de água, que observa os usos diretos e indiretos da água de um consumidor ou produto (JACOBI, 2012).

Segundo Hoekstra et al. (2011), como indicador do ‘uso de água’, a pegada hídrica difere da medida clássica de ‘captação de água’ em três aspectos:

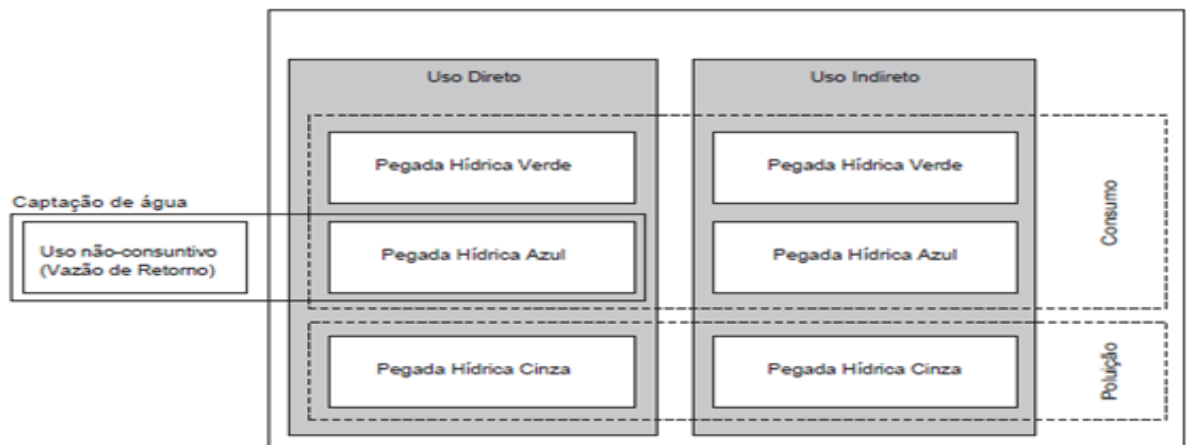
- Não inclui o uso da água azul, quando essa água é devolvida para onde veio.
- Não está restrito ao uso da água azul, mais inclui também a água verde e cinza.
- Não é restrito ao uso direto da água, mais inclui também seu uso indireto.

Empinotti e Jacobi (2012) abordam que o conhecimento do valor agregado da pegada hídrica é útil para medir o uso direto e indireto dos recursos hídricos e também muito válido na sensibilização e conscientização do público em geral.

### 2.2.2 Componentes da Pegada Hídrica

A pegada hídrica possui três componentes: água verde, água azul e água cinza conforme mostra a figura 2 para uso direto e indireto de água.

Figura 02. Os Componentes da Pegada Hídrica



Fonte: Hoekstra et al., (2011)

#### Pegada Hídrica Verde

A Pegada Hídrica verde é particularmente relevante para agricultura e produção florestal (produtos à base de plantas ou madeira), e se refere ao total da água da chuva evapotranspirada, somada à parcela de água incorporada na cultura ou madeira colhida (MEKONEM E HOEKSTRA, 2011). Para este tipo de pegada pode-se lançar medidas diretas, indiretas ou estimativas. De maneira geral é utilizado um conjunto de fórmulas empíricas para a estimativa da evapotranspiração e medidas de peso úmido e seco, para estimar a quantidade de água retida nas plantas (EMPINOTTI E JACOBI, 2012).

#### Pegada Hídrica azul

Como definem Mekonnen e Hoekstra (2011), a Pegada Hídrica Azul é um indicador do uso consuntivo da chamada água azul, ou seja, águas superficiais e subterrâneas, captadas para o uso em processos ou serviços. Para Chapagain e Tickner (2012), o termo consuntivo refere-se ao volume resultante de qualquer uma das seguintes condições: a evaporação das águas, sua incorporação no produto, ou a água desviada para outro processo de captação. Faz

parte dos recursos hídricos utilizados na irrigação agrícola ou pelas companhias de fornecimento de água à população em geral, que atendem a estas três condições.

### Pegada Hídrica Cinza

Em relação ao conceito de pegada hídrica cinza, esta é definida por Hoekstra et al. (2011) como “o volume de água necessário para assimilar a carga de poluentes baseado nas concentrações em condições naturais e nos padrões ambientais existentes”. O conceito de pegada hídrica cinza parte da premissa, segundo Empinotti e Jacobi (2012), que o grau de poluição da água pode ser expresso em termos de volume de água necessário para diluir os poluentes até que os efeitos destes sejam inócuos.

A pegada hídrica cinza de uma etapa do processo é um indicador do grau de poluição de água doce que pode ser associado com a etapa do processo (MEKONNEN e HOEKSTRA, 2011).

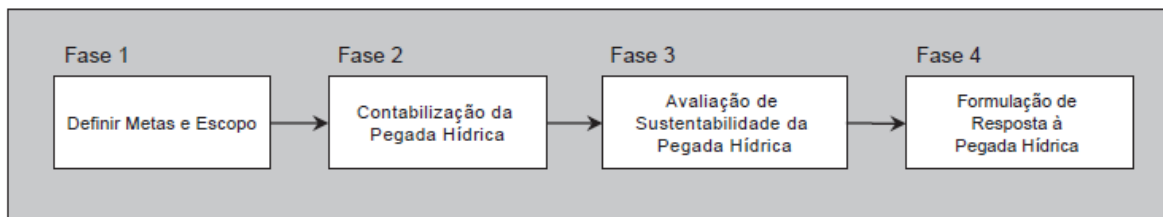
Chapagain e Tickner (2012) citam que nem toda água cinza é derivada da água azul. A agricultura dependente das águas pluviais tem Pegada Hídrica cinza devido à lixiviação causada pelas chuvas. A pegada hídrica cinza não aborda situações como ecotoxicidade, biodegradabilidade ou tratamento de efluentes (HASTINGS E PEGRAM, 2012), além de ser muitas vezes conservadora por não considerar todos os poluentes.

#### 2.2.3 Contabilização e avaliação da Pegada Hídrica

Como proposta por Hoekstra et al., (2011), a Pegada Hídrica deve consistir em uma análise envolvente que compreende quatro etapas: Definição de objetivos e escopo, contabilização da pegada hídrica, avaliação da sustentabilidade da pegada hídrica e formulação de respostas à pegada hídrica. Marzullo e Matai (2012) citam que o escopo de um estudo de Pegada Hídrica deve ser consistente com o objetivo pré-estabelecido.

A figura 3 mostra as fases de avaliação da pegada hídrica. Na fase 1 deve-se definir qual o foco de interesse, ou seja se pretende apenas efetuar uma sensibilização realiza apenas o cálculo com base em estimativas nacionais e globais. Pretende-se formular estratégias de redução da Pegada Hídrica o grau de detalhe espacial e temporal terá que ser maior. A fase de contabilização da Pegada Hídrica é a fase que se recolhem os dados e os cálculos são realizados. Após esta fase segue-se a avaliação de sustentabilidade, na qual a Pegada Hídrica é avaliada numa perspectiva ambiental, econômica e social. Na fase final são formuladas respostas, estratégias e políticas para os tomadores de decisão. De acordo com Hoekstra et al. (2011) na primeira fase, de definição de objetivos e escopo, pode-se concentrar somente na contabilização ou parar após a fase de avaliação da sustentabilidade. Os autores citam que não é preciso incluir todos os passos em um estudo.

Figura 03. Fases de avaliação da pegada hídrica



Fonte: Hoekstra et al; 2011

A contabilização da pegada hídrica, de acordo com Chapagain e Tickner (2012), é uma excelente ferramenta de comunicação e muito útil na sensibilização e conscientização em relação às questões mais generalizadas sobre os recursos hídricos. No contexto de preocupação mundial referente às questões hídricas Tadeu e Sinisgalli (2012) enfatizam a relevância de utilizar a pegada hídrica, pois os autores citam que esta auxilia na compreensão do uso da água pelos mais diversos setores, pois ajuda a identificar pontos focais para melhorias de gestão e necessidade de preservação e conservação do recurso.

A avaliação da pegada hídrica é uma ferramenta analítica que pode auxiliar na compreensão sobre como atividades e produtos interagem com a escassez e a poluição da água e seus impactos relacionados e o que pode ser feito para assegurar que atividades e produtos não contribuam para o uso sustentável dos recursos hídricos (HOEKSTRA et al. 2011). Junior e Vieira (2012) enfatizam que a Pegada Hídrica deve ser usada em conjunto



com outros meios analíticos a fim de fornecer uma compreensão de toda a gama de questões relevantes para a tomada de decisão.

A utilização de indicadores de consumo como a Pegada hídrica começa a se tornar mais difundida, tanto nos organismos multilaterais, como nas universidades, nas organizações da sociedade civil, e no setor empresarial. Essa nova abordagem reflete uma mudança de estratégia na forma de conceber e manejar o recurso água, enfatizando a valoração da produção baseada como importante instrumento de governança do uso da água (JACOBI, 2012).

#### 2.2.4 Tipos e contabilidade mundial e nacional da Pegada Hídrica

A aplicação desse conceito pode ser feita para diversas finalidades: uma etapa do processo, um produto, um consumidor, um grupo de consumidores, uma área delimitada geograficamente, um negócio, um setor de negócios e a humanidade como um todo (HOEKSTRA et al. 2011). O quadro 01 mostra os tipos de pegada hídrica e suas definições.

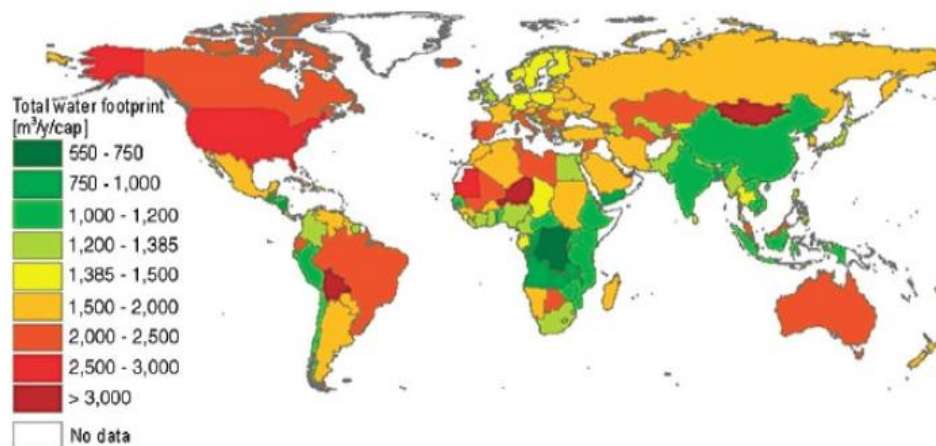
Quadro 01. Tipos de Pegada Hídrica

<b>TIPOS DE PEGADA HÍDRICA</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
Pegada Hídrica de um produto	Soma das Pegadas Hídricas das etapas do processo de produção do produto.
Pegada hídrica de um consumidor	Soma das Pegadas Hídricas de todos os produtos consumidos pelo consumidor
Pegada Hídrica de uma comunidade	Soma das Pegadas Hídricas individuais dos membros da comunidade.
Pegada Hídrica de uma empresa	Soma das Pegadas Hídricas dos produtos finais que a empresa produz.
Pegada Hídrica de uma área geograficamente delimitada (município, província, estado, nação, bacia hidrográfica)	Soma das Pegadas Hídricas de todos os processos que ocorrem na área.

Fonte: Adaptado de Hoekstra et al. (2011)

A Figura 04 ilustra a pegada hídrica per capita dos diferentes países, possibilitando assim uma visão global de sua distribuição no mundo. Os países com coloração vermelha registram uma pegada hídrica superior à média global, já os países em verde, por sua vez, são caracterizados por possuírem uma pegada hídrica inferior à média.

Figura 04. Pegada hídrica per capita dos diversos países ( $\text{m}^3/\text{per capita/ano}$ )



FONTE: CHAPAGAIN; HOEKSTRA (2004)

Os fatores diretos que determinam a Pegada hídrica de um país são o volume de água, relacionados com rendimento nacional bruto, e o padrão de consumo, alto ou baixo consumo de um produto, o clima e as práticas agrícolas relacionadas à eficiência do uso da água e ao tipo de cultivo (CHAPAGAIN e HOEKSTRA, 2004).

Para Chapagain e Tickner (2012), o conhecimento sobre importação e exportação de recursos hídricos virtuais de um país ou região ajudaria os governos a elaborar políticas mais adequadas à gestão de seus próprios recursos hídricos e, ao mesmo tempo, engajar-se com gerência destes recursos nas regiões externas das quais dependem. Estes ressaltam que os cálculos das pegadas hídricas nacionais, as futuras políticas devem resultar numa abordagem mais abrangente, contabilizando neste processo, não somente a retirada das águas de superfície e subterrâneas, mas a evaporação da água azul e verde como também a poluição das águas doces.

Arribas e Rodriguez (2012) destacam como grandes exportadores de água virtual através do comércio agrícola, Brasil e Argentina. O Brasil ocupando o 5º lugar como exportado de água virtual através do comercio agrícola.

### 2.2.5 Pegada hídrica como um novo indicador de sustentabilidade de uso da água na agricultura

A ideia de uma agricultura sustentável revela, antes de tudo, a crescente insatisfação com o status quo da agricultura moderna e o desejo social de sistemas produtivos que simultaneamente, conservem os recursos naturais e forneçam produtos mais saudáveis, sem comprometer os níveis tecnológicos já alcançados de segurança alimentar. Essa ideia resulta de emergentes pressões sociais por uma agricultura que não prejudique o meio ambiente e a saúde (BEZERRA e VEIGA, 2000). Como ressalta Jr Miller (2014), uma agricultura de baixo insumo que tenha como objetivo alimentar a população do mundo e ao mesmo tempo manter e restaurar o capital natural da Terra e viver à custa da renda natural que ela fornece.

A preocupação crescente com o aumento da população mundial, com a degradação dos recursos naturais e com a sustentabilidade da agricultura tem exigido esforços no desenvolvimento de estratégias e práticas adequadas de uso do solo, a partir do entendimento das relações entre a agricultura e o clima. Nesse sentido, o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o planejamento e o processo da agricultura, tem sido um dos objetivos das instituições governamentais ligadas à agricultura, ao ambiente e aos recursos naturais (MONTEIRO, 2009).

Para Silva et al. (2013), a Pegada Hídrica como indicador de sustentabilidade, é capaz de monitorar o impacto humano sobre o meio ambiente. Silva et al. (2013), ainda afirmam que indicadores de sustentabilidade devem ser usados e interpretados em conjunto visando à avaliação dos impactos ambientais de produção e consumo. Para os autores essa técnica fornece uma resposta específica da pressão humana sobre o meio ambiente e ajuda de forma mais abrangente a monitorar o pilar ambiental da sustentabilidade.

Para Bernardo (2010), ao manejar de forma racional, qualquer projeto de irrigação, devem-se considerar os aspectos sociais e ecológicos da região e procurar maximizar a produtividade e a eficiência de uso de água e minimizar os custos. O autor aborda que é de capital importância que se persiga uma maior sustentabilidade no uso dos recursos hídricos e de energia para obter-se o real crescimento na produtividade agrícola e na oferta permanente de empregos no meio rural. Este autor ressalta ainda uma vez que os projetos de irrigação precisam ter sustentabilidade, e se necessário impor limites mínimos de eficiência do uso da água para os diferentes métodos de irrigação em uso no País.

Os métodos para uma produção agrícola sustentável baseado a partir de um planejamento ambiental com uso de indicadores ambientais, pode-se citar algumas possíveis metas de redução da pegada hídrica na agricultura baseadas em Hoekstra et al. (2011) como:

1. Pegada hídrica verde – diminuir a pegada hídrica verde ( $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$ .) através do aumento da produtividade da água verde ( $\text{t m}^{-3}$ ) tanto na agricultura de sequeiro, quanto na agricultura irrigada. Aumentar a produção total da agricultura de sequeiro.
2. Pegada hídrica azul – Diminuir a pegada hídrica azul ( $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$ ) através do aumento da produtividade da água azul ( $\text{ton./m}^3$ ) na agricultura irrigada. Diminuir as relações entre as pegadas hídricas azul/verde. Diminuir a pegada hídrica azul global. (50 %).
3. Pegada Hídrica cinza – Reduzir o uso de fertilizantes e pesticidas artificiais; aplicação mais efetiva. A pegada hídrica cinza pode ser anulada com a implantação da agricultura orgânica.

As opções de redução da pegada hídrica para agricultores apontados por Hoekstra et al. (2011) são:

1. Reduzir a pegada hídrica verde da cultura.
  - 1.1. Aumentar a produtividade da terra (produção,  $\text{t ha}^{-1}$ ) na agricultura de sequeiro através do aperfeiçoamento das práticas agrícolas; como a chuva na terra permanece a mesma, a produtividade da água ( $\text{t m}^{-3}$ ) vai aumentar e a pegada hídrica verde ( $\text{m}^3/\text{ton.}$ ) vai diminuir.
  - 1.2. Uso de cobertura morta do solo diminuindo, assim, a evaporação da superfície do solo.
2. Reduzir a pegada hídrica azul da cultura
  - 1.1. Optar por uma técnica de irrigação que proporcione menor perda por evaporação.
  - 1.2. Escolher outra cultura ou variedade que melhor se adapte ao clima da região , diminuindo a demanda de água para irrigação.
  - 1.3. Aumentar a produtividade da água azul ( $\text{t m}^{-3}$ ) ao invés de maximizar a produtividade da terra (produção,  $\text{t ha}^{-1}$ )
  - 1.4. Melhorar o cronograma de irrigação, otimizando a frequência e a lâmina das aplicações.
  - 1.5. Diminuir a irrigação (irrigação deficitária ou irrigação suplementar).
3. Reduzir a pegada hídrica cinza da cultura.
  - 3.1. Diminuir ou eliminar a aplicação de produtos químicos (fertilizantes e pesticidas artificiais) optando pela agricultura orgânica.

3.2. Aplicar o fertilizante ou composto de modo que facilite a absorção pelas plantas, reduzindo o risco de lixiviação e de escoamento.

3.3. Otimizar a forma de cronograma de aplicação de produtos químicos seu volume, sua lixiviação ou escoamento.

Hoeskstra et al.(2011) abordam que os elementos chaves para uma estratégia governamental voltada à redução da pegada hídrica são:

- Aumentar a conscientização sobre a questão da água entre os consumidores e produtores;
- Promover o uso de tecnologias que visam à economia de água em todos os setores da economia;
- Reestruturar os mecanismos de cobrança pelo uso da água de modo que o custo real da água se torne parte do custo dos produtos finais;
- Promover a transparência do produto ao longo das cadeias de fornecimento e reestruturar as economias baseadas no suprimento insustentável de água.

## **2.3 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERENCIA ( $ET_o$ ) E O COEFICIENTE DE CULTURA ( $K_c$ )**

O consumo de água de uma cultura normalmente refere-se à água transferida para atmosfera pelos processos de evaporação da superfície do solo e pela transpiração da planta, ou seja, à evapotranspiração (FILHO et al. 2011).

Segundo Filho et al. (2011), a transpiração é o transporte de água das plantas na fase de vapor que ocorre entre as folhas e atmosfera. Estes reconhecem duas vias de ocorrências: a transpiração cuticular e a transpiração estomática. Para estes autores, a evapotranspiração pode ser definida como a soma da quantidade de água perdida por uma superfície coberta com vegetação, por meio da evaporação direta da superfície do solo e da água perdida pelas plantas por transpiração.

Segundo Albuquerque (2010), a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) depende de diversas variáveis ligadas ao clima, ao solo e à própria planta, por isso é um fator difícil de

medir, envolvendo equipamentos e aparatos sofisticados e caros, os quais são mais apropriados ao setor da pesquisa, como forma de aferir e calibrar métodos mais simples de estima-la. Para o autor um modo de tornar a estimativa da  $ET_c$  mais simples é utilizar a evapotranspiração de uma cultura de referência ( $ET_o$ ) e correlaciona-la com uma cultura qualquer. A relação  $ET_c / ET_o$  origina o coeficiente de cultura ( $K_c$ ), portanto  $K_c$  é dependente do tipo de cultura e de sua fase fenológica.

Diversos são os métodos para computar a quantidade de água disponível em uma área vegetada. Segundo Burman et al. (1983), as metodologias são divididas em dois grande grupos : o método direto e o indireto. O primeiro se dá através de evapotranspirômetros ou lisímetros (de pesagem, drenagem e lençol freático constante), balanço hídrico e controle de umidade no solo, o segundo grupo é determinado de forma indireta com base nas estimativas da evapotranspiração através de equações empíricas formuladas a partir de vários estudos por meio de dados climáticos.

### 2.3.1 Evapotranspiração de referência ( $ET_o$ )

O termo evapotranspiração é definido como a ocorrência simultânea dos processos de evaporação da água no solo e da transpiração das plantas. Esta é controlada pelo balanço de energia, pela demanda atmosférica e pelo suprimento de água do solo às plantas (PEREIRA et al., 1997).

A  $ET_o$  é uma evapotranspiração de uma cultura hipotética que cobre todo o solo em crescimento ativo, sem restrição hídrica nem nutricional (ótimas condições de desenvolvimento), com altura média de 0,12 m, albedo de 0,23 e resistência da superfície de  $70 \text{ s.m}^{-1}$  (BERNARDO, et al., 2006). Os autores abordam que a evapotranspiração, juntamente com a precipitação efetiva, são dois principais parâmetros para estimar a quantidade de irrigação necessária.

Em razão do intenso uso da evapotranspiração de referência nos estudos de relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, principalmente quando o interesse é aplicação em irrigação, muitos métodos empíricos com base em dados meteorológicos foram criados para estima-la, como uma forma de simplificar a estimativa Filho et al. (2011):

- Método de Thornthwaite – foi desenvolvido por Thornthwaite (1948) nos Estados Unidos com o objetivo de estimar a ETo de uma forma bastante simples a partir da temperatura do ar, expressando (essa variável) a energia disponível no ambiente.
- Método de Camargo – o método foi desenvolvido por Camargo (1971) é uma simplificação do Método de Thornthwaite (1948), com uso apenas da temperatura média do ar e com a vantagem de não exigir dados normais de sua temperatura.
- Método de Hangreaves-Samani – também utiliza como variável a temperatura do ar, tendo sido desenvolvido para as condições de clima semiárido da Califórnia.
- Método do tanque Classe A – Baseia no fato de que há uma relação entre a evaporação do tanque Classe A e a ETo. Essa relação é afetada pelas diferenças entre os mecanismos de perda de água de uma superfície vegetal extensa e a pequena superfície de um tanque com paredes laterais exposta.
- Método de Priestley-Taylor - sugeriram uma simplificação do método original de Penman (1948), pela qual o termo aerodinâmico é calculado com uma fração que ele representa em relação ao termo energético.

### 2.3.2 Precipitação efetiva ( $P_{eff}$ )

A precipitação efetiva é a parte da precipitação que é utilizada pela cultura para atender sua demanda evapotranspirométrica, ou seja, é precipitação total menos a parte que escoar sobre a superfície do solo e a parte que percola abaixo do sistema radicular da cultura (BERNARDO, et al., 2006). Os autores citam que para determinar a precipitação efetiva, existem vários métodos como os quais: Método do Balanço de Umidade no Solo, Método do Lisímetro, Método do U.S. Bureau of Reclamation e Método do Serviço de Conservação de Solos dos Estados Unidos da América (EUA), além de vários tipos de equações.

Cita-se o Método bastante utilizado como o do Serviço de Conservação de Solos dos EUA, cujo método estima a precipitação efetiva média mensal em função dos valores regionais de precipitação média mensal e da evapotranspiração potencial da cultura mensal, para as condições em que a capacidade total de água do solo seja igual a 75 mm (BERNARDO, et al. 2006).

### 2.3.3 Evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ )

Bernardo et al., (2006) definem que a evapotranspiração de determinada cultura sob condições normais de cultivo, sem a obrigatoriedade de o teor de umidade permanecer sempre próximo à capacidade de campo. E que esta determinação é fator de capital de importância para o correto manejo dos sistemas de irrigação. Filho et al. (2011) abordam que para os diferentes estádios fenológicos das culturas e sua ocupação na área disponível, ocorre à chamada evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), também denominada de evapotranspiração máxima ( $ET_m$ ), pois ela é definida para condições específicas que não afetam o crescimento/desenvolvimento da cultura, ou seja, não ocorrência de pragas e doenças, deficiências nutricionais e hídricas, estando o solo com água facilmente disponível. Apesar de sua determinação ser difícil e muitas vezes inexata, é muito importante para um bom dimensionamento de projetos de irrigação, visto que ela representa a quantidade de água que deve ser repostada ao solo para manter o crescimento e a produção da cultura em condições legais.

### 2.3.4 Lixiviação

A precipitação que chega até o solo é filtrada através das camadas e ocupa grande parte dos espaços abertos ou poros. Esse movimento descendente da água para o solo é chamado de infiltração. À medida que a água vai se infiltrando, ela dissolve inúmeros minerais e matéria orgânica nas camadas superiores, levando-os às camadas inferiores, em um processo conhecido como lixiviação (MILLER JR, 2014). Sendo a água um dos principais veículos para o transporte de poluentes no solo, Albuquerque (2010) a sua quantificação dos fluxos e a análise da sua qualidade são fundamentais para se avaliar riscos de contaminação que a agricultura pode causar ao meio ambiente.

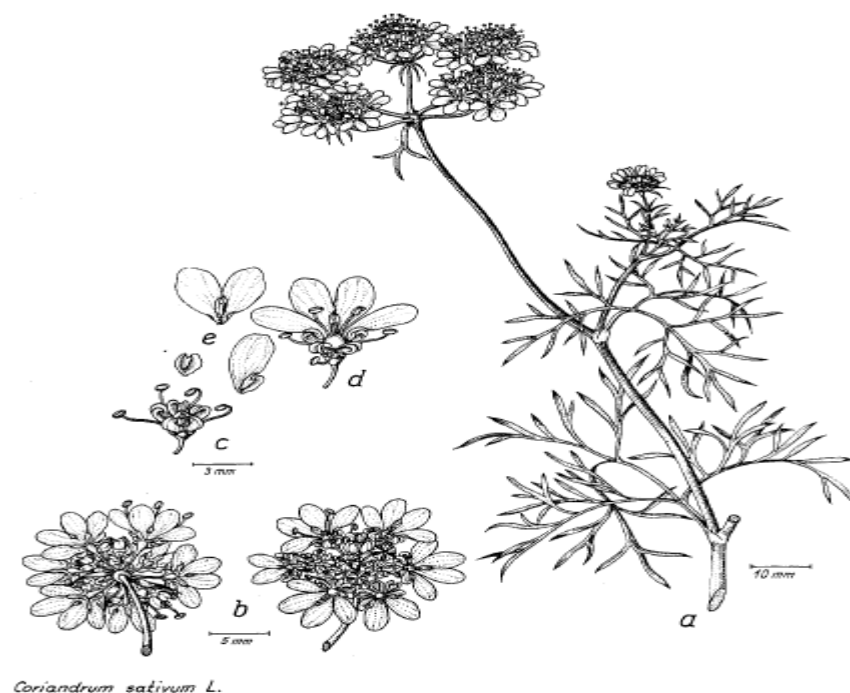
As perdas de nitrogênio por lixiviação na forma de nitrato principalmente em solo permeável, não apresentam uma perda para economia, mas também podem contribuir para poluição da água e seu excesso pode ser prejudicial aos seres humanos (TROEH e THOMPSON 2007; ODUM, 1988). A prática de produção orgânica reduz a poluição, já que os produtos orgânicos não utilizam fertilizantes minerais processados e nem pesticidas (TROEH e THOMPSON 2007).



## 2.4 CULTIVO DO COENTRO

O Coentro (*Coriandrum sativum* L.) é planta anual originária da Europa. A haste floral é ramificada, com altura de 60 a 80 cm; as folhas nascem próximas da região das raízes e são denteadas e recortadas até a inserção do pecíolo (CAMARGO, 1992). Pertencente à família Apiaceae, o coentro é uma hortaliça folhosa herbácea, anual, aromática de raiz superficial, com folhas verdes brilhantes, alternado e entrecortado até a inserção do pecíolo. O diaquênio do coentro é um fruto-semente constituído de dois aquênios, geralmente comercializado inteiro (VASCONCELOS, 2008). As flores brancacentas, dispostas em umbelas. A semente fica dentro de uma pequena cápsula; ela é hemisférica e de coloração amarelo-acastanhada (CAMARGO, 1992).

Figura 05. Morfologia externa do coentro (*Coriandrum sativum* L.)



Fonte : Diederichsen (1996)

O Coentro – *Coriandrum sativum* L. – é uma apiácea condimentar considerada imprescindível em pratos com peixes. A planta é a cultura são similares á da salsa. Cultura de clima quente, intolerante à baixa temperatura, sendo semeado na primavera-verão, ou ao longo do ano, em localidades baixas. A cultura é pouco exigente em relação ao solo e muito tolerante à acidez (FILGUEIRA, 2007).

O cultivo do coentro visa à obtenção de massa verde utilizada na composição de diversos pratos, molhos e saladas e no tempero de peixes e carnes (OLIVEIRA, 2006). O coentro possui extratos aquoso e etéreo de coentro com antioxidante em potencial (MELO, et al. 2003).

O coentro prefere solos arenoso-argilosos, relativamente quentes. Em regiões quentes semear de março a julho, onde o período de inverno for mais rigoroso, semear de setembro a novembro em fileiras espaçadas de 25 cm, desbastando depois e deixando, na fileira, o espaçamento de 15 a 20 cm. O coentro pode ser semeado a lanço (CAMARGO, 1992).

A colheita das sementes pode ser feita 4 a 5 meses após a germinação e as sementes são comercializadas, servindo para fabricação de licores e um grande número de preparações culinárias. As folhas, e todas as partes verdes da planta, tem forte odor, poder ser usadas como condimento, onde esse cheiro e gosto são apreciados (CAMARGO, 1992).

O coentro é uma hortaliça amplamente consumida no Brasil e, apesar de ser considerada uma "cultura de quintal", grande número de produtores está envolvido com sua exploração, tornando a consequentemente uma cultura de grande importância sócio econômica. As sementes de coentro têm grande valor e importância comercial, por tratar-se de planta condimentar utilizadas no Brasil (PEREIRA, MUNIZ e NASCIMENTO; 2005).

O coentro é um condimento indispensável na culinária brasileira, quanto se trata de pratos com peixes. Variedades como o verde cheiroso e português são os mais plantados, produzindo folhas com sabor e aroma típicos. A planta é tipicamente de clima quente, não tolerando baixas temperaturas. Em localidades de grande altitude semeia-se de setembro a fevereiro; em baixas altitudes, com inverno muito ameno, pode-se tentar a semeadura durante o ano todo. A cultura é pouco exigente em tipo de solo, tolerante à acidez e pouco exigente em nutrientes. Para esta cultura semeia-se diretamente em canteiros definitivos, distribuindo-se as sementes em filetes contínuos, dentro de sulcos rasos, distanciados de 25 cm. O coentro, cultura pouco exigente em tratos, mas requer irrigação na seca (FILGUEIRA, 1987).

A área cultivada com coentro no Brasil em 2011 foi de 47.733 ha, caracterizada pelo cultivo por pequenos e médios produtores. Em 2011, cerca de 780 toneladas de sementes de coentro foram comercializadas no país, com valor aproximado de R\$ 17.435.072. (ABSCem, 2012). Observa-se que a produção de semente de coentro no Brasil encontra-se em plena expansão (1,22) e as principais regiões produtoras estão localizadas na região Nordeste, Centro Oeste e Sul. (MACIEL et al., 2013 ).

O consumo e a comercialização desses produtos são elevados no mercado sergipano e nos mercados de estados vizinhos, como em Alagoas e na Bahia. Decorrente da fragilidade, o alcance deles é restrito a esses mercados e sua comercialização é diária entre produtores, intermediários e consumidor final. Deste modo, a produção e comercialização das folhagens atende toda a microrregião de Itabaiana, alguns municípios do Sertão Sergipano, além da capital e também municípios baianos (Coronel João Sá, Paripiranga, Juazeiro, Jeremoabo, Ribeira do Pombal, etc.) e alagoanos (Arapiraca, Delmiro Gouveia, entre outros.) (CARVALHO, 2011).

As folhagens compõem o grupo das hortaliças, constituídas pela alface, coentro, cebolinha, salsa, hortelã, rúcula, chicória, escarola, almeirão, rabanete e espinafre. Os quatro primeiros produtos são tradicionais em Itabaiana, enquanto os sete últimos têm sua cultura iniciada há pouco tempo, em virtude da demanda principalmente das redes de supermercados (CARVALHO, 2011).

Tabela 01. Brasil, Sergipe, Itabaiana: Produção de Folhagens (2006)

<b>Produtos</b>	<b>Brasil (t)</b>	<b>Sergipe (t)</b>	<b>Itabaiana (t)</b>
Alface	525.602	841	551
Coentro	1.084.433	3.719	1.406
Cebolinha	99.952	1.421	183
Salsa	29.153	314	20
Hortelã	4.095	5	3
Rúcula	25.887	9	8
Chicória	25.887	3	3
Almeirão	32.335	0	0,1
Espinafre	32.244	12	6
Rabanete	10.489	2	1
<b>Total</b>	<b>895.993</b>	<b>6.326</b>	<b>2.181</b>

Fonte: Baseado nos dados do IBGE, (2006)

Em Sergipe, a constituição da cadeia produtiva de hortaliças e de raízes, no que se refere à produção e a comercialização, tem se localizado a partir da especialidade produtiva,

isto é, alguns municípios se especializaram e ficaram conhecidos pela cultura que desenvolvem, a exemplo de Malhador, com o inhame; de Moita Bonita, com a batata-doce e de Itabaiana com hortaliças, entre outros. Apesar dessa especificidade, Sergipe conta com espaços de comercialização em todos os seus municípios, mas com apenas dois espaços de distribuição atacadista, que são: o CEASA, em Aracaju e o Mercado de Hortifrutigranjeiros, em Itabaiana/SE (CARVALHO, 2011).

## **2.5 CUSTOS DE PRODUÇÃO E RENTABILIDADE**

A contabilidade de custos auxilia ao produtor no controle e na ajuda para as suas tomadas de decisões. O conhecimento dos custos é de suma importância para uma organização, pois é vital saber se determinado produto é rentável ou caso contrário se é possível reduzir seus custos. O custo é uma medida crítica de eficiência. Eles afirmam que tendências de custos sobre o tempo e medidas de mudanças na produtividade podem fornecer medidas importantes da eficácia das decisões de melhoria contínua. A propósito, a contabilidade de custos deixou de ser uma atividade executada apenas para fins de determinação de estoques para balanço. Ela vem convergindo para ser usada como elemento de auxílio às decisões, tornando-se um dos instrumentos mais importantes para o desenvolvimento da contabilidade gerencial (DUBOIS, KULPA E SOUZA, 2009).

Pode-se citar que todo empreendimento econômico de uma organização que pretende encarar o mercado capitalista vigente e maximizar seus lucros se faz necessário que sua administração tenha controle básico em suas funções como : Planejamento, Execução e Controle.

Dubois, Kulpa e Souza (2009), abordam as seguintes funções de controle administrativo como:

- a) Planejamento: é um elemento dentro do qual são preparados todos os orçamentos da empresa. O planejamento é que vai ditar as normas de como produzir para melhor atender ao setor de vendas e, conseqüentemente, aos clientes.
- b) Execução: caracteriza pela otimização do fluxo de produção e de custeio, o que se reflete na eliminação de perdas, desperdícios e ociosidades. Durante a execução dos

elementos planejados, a empresa deverá buscar o melhor aproveitamento possível dos recursos disponíveis.

- c) Controle: o sucesso das funções anteriores não pode ser assegurado sob condições normais e conscientes da boa administração. Deve ser analisada a apuração dos desvios entre o que deveria ser atingido e o que realmente ocorreu, ou seja, a identificação das variações entre o previsto e o realizado.

Para entender a forma que se efetua a medição dos custos precisamos esclarecer alguns conceitos abordados por Pindyck e Rubinfeld (2010).

- a) Custos contábeis – despesas correntes mais as despesas ocasionadas pela depreciação dos equipamentos de capital;
- b) Custos econômicos – custos que uma empresa tem para utilizar os recursos econômicos, incluindo os custos de oportunidades;
- c) Custos de oportunidades – custos associados às oportunidades perdidas quando os recursos de uma empresa não são utilizados da melhor forma;
- d) Custos irreversíveis – despesas realizadas que não podem ser diretamente recuperadas.

Dubois, Kulpa e Souza (2009) classificam os custos em relação ao volume de produção como:

- a) Custos fixos – aqueles cujos valores são os mesmos, qualquer que seja o volume de produção da empresa, dentro de um intervalo relevante. Eles não apresentam nenhuma variação, em função da produção.
- b) Custos variáveis – são aqueles cujos valores se alteram em função do volume produzido. Esses sempre apresentarão algum grau de variação em função das quantidades produzidas.
- c) Custo total – é o resultado do somatório dos custos fixos e variáveis da empresa ou dos custos diretos mais os custos indiretos de fabricação.
- d) Custos mistos – são aqueles que apresentam uma variação em função do nível de produção, mas que também tem uma parcela fixa.
- e) Custo total - corresponde a todos os elementos que participaram do processo produtivo.
- f) Custo unitário – obtido dividindo-se o custo total pelas quantidades produzidas.

- g) Custo de produção do período – são os custos referentes ao processo produtivo que ocorrem em um determinado período de tempo.

Para Genú e Pinto (2002), a utilização de custos de produção na administração de empresas agropecuárias tem uma grande importância no sentido de analisar a eficiência econômica da produção no sentido de avaliar o desempenho da organização e tornar uma ferramenta de auxílio para as tomadas de decisão. Dubois, Kulpa e Souza (2009), são enfáticos que é indiscutível que o caminho a seguir, para atingir os objetivos de qualquer empreendimento, é reconhecer na contabilidade de custos o papel que naturalmente representa dentro do modelo de gestão.

Para que se possa entender a importância de melhorar o desempenho financeiro de um empresa se faz necessário enfatizar a importância da eficiência, pois esta é outra preocupação fundamental a nível empresarial. Como enfatizam Hansen e Mowen (2001), o custo é uma medida crítica da eficiência. Tendências em custos sobre o tempo e medidas de mudanças na produtividade podem fornecer medidas importantes da eficácia das decisões de melhoria continua. Eles abordam que para que estas medidas de eficiência tenham algum valor, os custos precisam ser corretamente definidos, medidos e precisamente atribuídos.

Vasconcelos (2011) classifica as eficiências em:

- Eficiência econômica: entre dois ou mais processos de produção, é aquele processo que permite produzir uma mesma quantidade de produto, com menor custo de produção.
- Eficiência técnica (ou tecnológica): entre dois ou mais processos de produção, é aquele processo que permite produzir uma mesma quantidade de produto, utilizando menor quantidade física de fatores de produção.

Martin et al. (1998) citam que a estabilização da economia brasileira e a inserção do País no processo de globalização fazem com que os produtores agrícolas sejam cada vez mais tomadores de preços para seus produtos, em um mercado cada vez mais competitivo. Assim, grande esforço deve ser realizado pelos agricultores objetivando aumentar sua eficiência produtiva atuando mais intensamente no que acontece para dentro da porteira de suas propriedades. Eles afirmam que e nesse sentido que análise de custos de produção ganha importância.

Vale ressaltar que toda atividade econômica esta se tornando mais competitiva no mercado, e que um dos maiores desafios também que o mundo enfrenta é fazer como o

mercado melhorem a qualidade do ambiente com tomadas de decisões baseado num desempenho econômico criterioso capaz de atender a demanda e sua atuação seja de forma sustentável e responsável. Tachizawa (2011) cita que o novo contexto econômico caracteriza-se por uma rígida postura de clientes, voltada à expectativa de interagir com organizações que sejam éticas, com boa imagem institucional no mercado, e que atuem de forma ecologicamente responsável.

Agricultura representa toda a atividade de exploração da terra, seja-a o cultivo de lavouras e florestas ou a criação de animais, com vistas á obtenção de produtos que venham a satisfazer às necessidades humanas (CREPALDI, 2006).

De acordo com Crepaldi (2006), a classificação contábil para as atividades agrícolas subordina-se aos seguintes conceitos:

- a) Culturas temporárias: são aquelas sujeitas ao replantio após cada colheita, como milho, trigo, feijão, arroz, cebola etc. Nesse caso, os dispêndios para a formação da cultura serão considerados, no período de sua realização, despesas e custeio.
- b) Culturas permanentes: são aquelas não sujeitas a replantio após cada colheita.

Martins et al. ( 1988), citam que a estrutura de custo de produção do sistema proposto para atividades agropecuárias e constituído pelos seguintes componentes:

- a) Despesas com operações: são custos com as operações agrícolas. Isto é, a quantidade dos fatores de produção utilizados por hectare, multiplicada por seus respectivos preços.
- b) Despesas com operações realizadas por empreita, efetuada por hectare ou por unidade de produto.
- c) Despesas com material consumido: quantidade de cada material consumido por hectare multiplicado pelo preço de aquisição.
- d) Custo Operacional Efetivo (COE): constitui a somatória dos resultados de despesas por hectare obtido em A, B e C e que é o dispêndio efetivo realizado pelo produtor para produzir determinada quantidade de produto.
- e) Outros custos operacionais: tem a finalidade de alocar na atividade produtiva, em análise, parte das despesas gerais da empresa agrícola, a fim de se avaliar com maior precisão os custos e retornos dessa atividade.

- f) Custo Operacional total (COT) é a somatória do COE(D) e dos outros custos operacionais (E).
- g) Outros custos fixos: constituem outros custos imputados à atividade, visando à remuneração do capital fixo, no caso a terra, instalações e maquinaria, podendo incluir também o capital investido na formação de uma cultura perene e/ou de um plante de animal.
- h) Custo total de produção (CTP): é a somatória do custo operacional total por hectares (F) e de outros custos fixos (G).

Para efeito de contabilização de custo de produção devemos considerar o processo de produção num determinado período no sentido de termos resultados em forma de produto. As medidas para avaliação da rentabilidade de uma empresa rural relacionam valores dos resultados com grandezas representativas das receitas ou dos investimentos realizados (CREPALDI, 2006). O administrador precisa saber com está a rentabilidade de sua atividade produtiva, quais os resultados obtidos e como eles podem ser otimizados por meio de avaliação dos resultados, fontes de receitas e tipos de despesas e como melhorar as receitas e reduzir despesas (CREPALDI, 2006).



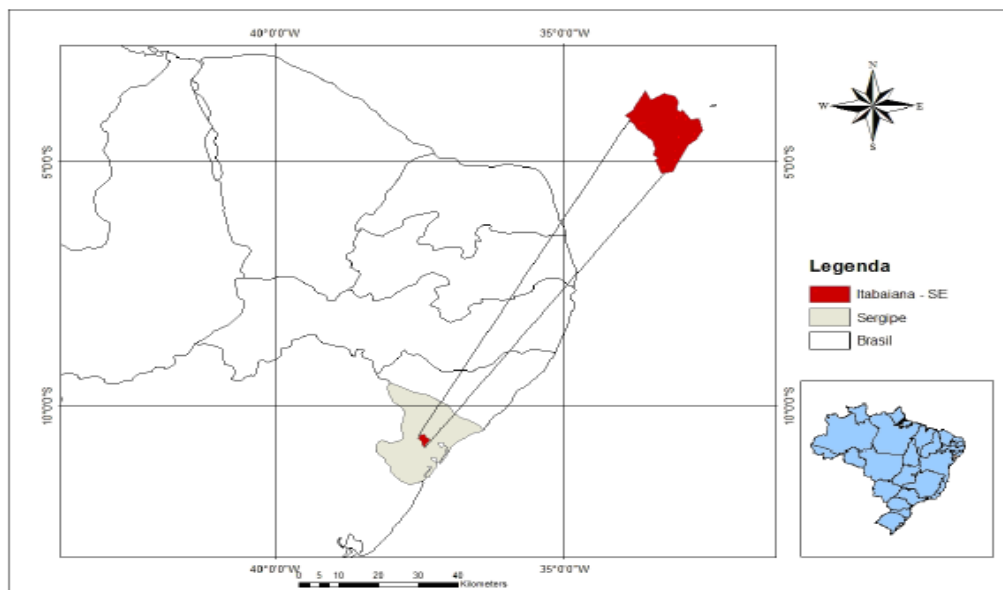
## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Caracterização e localização da área de estudo

O presente estudo foi conduzido na Unidade de Produção de Hortaliças pertencente á empresa Hortaliças Vida Verde, localizado no município de Itabaiana. A sua localização geográfica é a seguinte: latitude 10° 41' 06" S, longitude 37° 25' 31" W e altitude 188 m. (Figura 6). A área de estudo limita-se com os seguintes municípios sergipanos: ao norte com o município de Ribeirópolis, ao sul com os municípios de Areia Branca e Itaporanga D'Ajuda, a leste com Malhador, a oeste Campo do Brito (CARVALHO e COSTA, 2010).

Figura 06. Localização Geográfica da área de estudo



Fonte: Silva et al., (2013)

Essa região por localizar-se no Agreste Sergipano na área de transição entre a Zona da mata e o Sertão, possui clima de acordo com a classificação de Koppen, do tipo As, clima quente, com temperatura média anual de 24,5 °C, evapotranspiração anual de 1.850 mm anual, umidade relativa média de 60 % (SILVA, 2004). O autor ainda afirma que a precipitação se concentra quase todo o seu volume durante os cinco meses no período do inverno.

O solo da área experimental possuiu textura arenosa e argilosa (TAVARES, 2016). De acordo com Santos (2013) verifica um decréscimo da precipitação do município de Itabaiana com o afastamento da fonte de suprimento de umidade no oceano. O autor ainda aborda que no município ocorrem excedente de chuvas nos meses de maio, junho e julho, e que está inserido no polígono das secas, configurando-se numa região de transição climática, o agreste sergipano, fato que o torna peculiar no contexto de Sergipe, pois apresenta vulnerabilidade ambiental.

De acordo com o Plano Estadual de Recurso Hídricos de Sergipe (2011), o município de Itabaiana participa da Bacia do Rio Sergipe com as Unidades de Planejamento (UP) do rio Jacarecica e o rio Poxim, e a Bacia do Vaza Barris com as UP do Alto rio Vaza Barris e o rio Traíras.

### **3.2 Área de estudo e tratos culturais**

O local de cultivo de hortaliças compreende uma área em torno de 6,5 hectares, pertencente à empresa comercial Hortaliças Vida Verde, o qual foi utilizado recurso estatístico de fontes oficiais a fim de confirmar os relatos e dados ditos pelo gerente da empresa, dando confiabilidade a esta pesquisa. O sistema de irrigação e de cultivo adotados pelo produtor foi de micro aspersão e o convencional. As irrigações são feitas de duas a três vezes por dia a critério do produtor sem controle da lâmina d'água a ser aplicada. Para a captação de água utilizam sistema de poços artesianos.

Figura 07. Imagem da área experimental - Canteiros da cultura do coentro irrigado

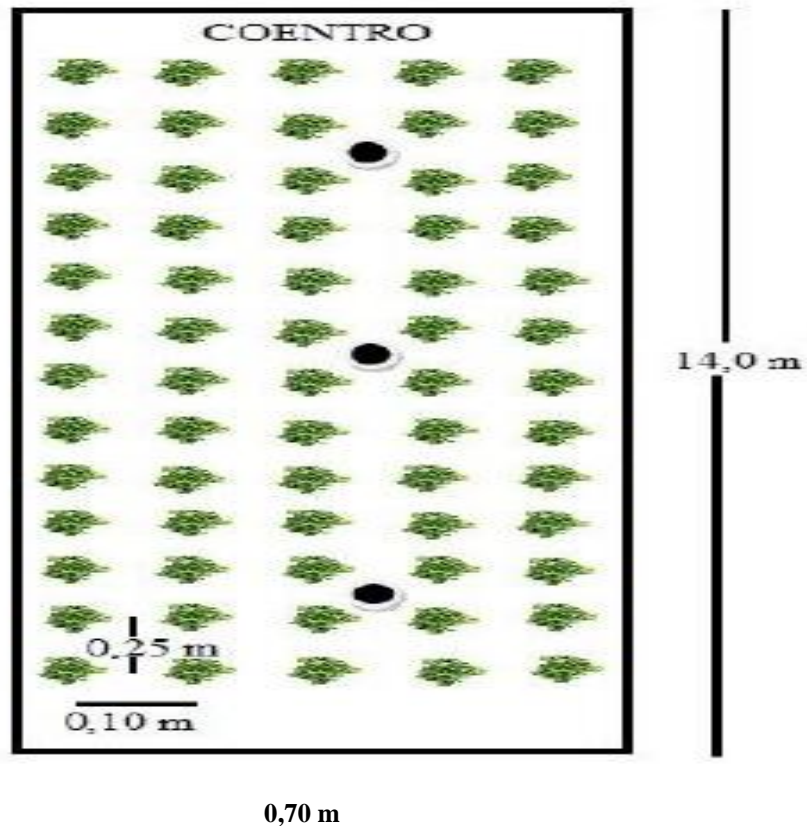


Fonte: Pesquisa de campo (2016)

A cultura do coentro (*Coriandrum sativum* L.) utilizado no experimento foi da cultivar Tabocas. Essa cultivar apresenta ciclo de 35 a 40 dias e alta produção de massa verde no ponto de colheita, mostrando resistente ao pendoamento prematuro (ABSCEM, 2011).

O plantio de coentro foi feito através de semeadura direta no canteiro, com cerca de 10 sementes em cada cova. O espaçamento entre as covas foi de 10 cm, com 5 covas por fileiras, distância entre fileiras de 25 cm totalizando 300 covas por canteiro. Foi realizada adubação com  $\frac{1}{4}$  saco de torta de mamona; 900 gramas de ureia e fosfato bicálcico;  $\frac{1}{2}$  saco de esterco de boi, caprino e ovino. Também foi colocado nematicida/inseticida para controlar as pragas. O tempo de duração do trabalhador por canteiro tem duração de 20 minutos  $\text{dia}^{-1}$ .

Figura 8. Esquema da parcela experimental na área de cultivo do coentro



Fonte: Tavares, 2016

Assim observando que os cálculos foram realizados a partir de uma área de  $900 \text{ m}^2$  em um total de 75 canteiros de 14,0 m de comprimento e 0,40 m de largura, com espaçamento entre as covas de 10 cm, com 5 covas por fileiras, distancia entre fileiras de 25 cm.

O estudo da cultura do coentro se deu a partir dos dados das campanhas experimentais de campo realizadas por Tavares (2016) em períodos de estações diferentes: verão, inverno, outono e primavera. A Tabela 02 exhibe as datas das campanhas experimentais da cultura do coentro bem com semeadura, colheita e total de dias do ciclo em cada campanha experimental.

Tabela 02. Datas das campanhas experimentais do coentro cultivado no Agreste Sergipano

<b>Cultura</b>	<b>COENTRO</b>
<b>Campanha 1</b>	<b>Inverno</b>
Semeadura	19/07/2013
Colheita	27/08/2013
Total de dias	39
<b>Campanha 2</b>	<b>Primavera</b>
Semeadura	08/11/2013
Colheita	16/12/2013
Total de dias	38
<b>Campanha 3</b>	<b>Verão</b>
Semeadura	29/11/2013
Colheita	08/01/2014
Total de dias	40
<b>Campanha 4</b>	<b>Outono</b>
Semeadura	08/04/2015
Colheita	20/05/2015
Total de dias	43

Fonte: Adaptada de Tavares (2016)

### 3.3 Métodos

#### 3.3.1 Evapotranspiração de referencia (ET<sub>o</sub>)

O cálculo da evapotranspiração de referência pelo método Penman-Monteith é definido pela seguinte função:

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \left(\frac{900U_2}{T + 237}\right)(e_a - e_s)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)} \quad (1)$$

Em que Rn é o saldo de radiação (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>), G o fluxo de calor no solo (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>), T a temperatura média do ar (°C), U<sub>2m</sub> a velocidade do vento a 2 m acima da superfície (ms<sup>-1</sup>), e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub> o déficit de pressão de saturação do ar (kPa), γ a constante psicométrica igual a 0,063 kPa °C<sup>-1</sup> e s a tangente à curva de pressão de saturação de vapor na temperatura do ar (kPa °C).

As equações recomendadas para obtenção das variáveis acima são

$$s = (4098e_s) / (T + 237,3)^2$$

$$e_s = (e_s^{T_{max}} + e_s^{T_{min}}) / 2$$

$$e_s^{T_{\max}} = 0,6108e^{[(17,27T_{\max})/(273,3+T_{\max})]}$$

$$e_s^{T_{\min}} = 0,6108e^{[(17,27T_{\min})/(273,3+T_{\min})]}$$

$$e_a = (UR_{\text{med}} \times e_s) / 100$$

$$UR_{\text{med}} = (UR_{\max} + UR_{\min}) / 2$$

$$T = (T_{\max} + T_{\min}) / 2$$

Em que  $T_{\max}$  é a temperatura máxima diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $T_{\min}$  a temperatura mínima diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $UR_{\max}$  a umidade relativa máxima (%) e  $UR_{\min}$  a umidade relativa mínima (%).

### 3.3.2 Coeficiente de Cultura

O cálculo de evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) é baseado na multiplicação entre evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e o coeficiente de cultura ( $K_c$ ), conforme a seguinte função

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad [\text{mm dia}^{-1}] . \quad (2)$$

### 3.3.3 Cálculo dos componentes da Pegada Hídrica da cultura do coentro

A metodologia utilizada para mensurar a pegada hídrica da cultura do coentro foi à recomendada por Hoekstra et al (2011) . Ressalta-se que o estudo contemplou as Fases 01 e 02 de avaliação da Pegada Hídrica, conforme a Figura 3.

A produtividade adotada para o cálculo de cada componente da pegada hídrica foi à massa fresca da parte aérea do coentro durante as estações inverno, primavera, verão e outono em  $\text{ton ha}^{-1}$ .

Foi utilizado o software CROPWAT 8.0 para calcular a precipitação efetiva ( $P_{\text{effs}}$ ) da cultura pesquisada com base no método do Serviço de Conservação do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA SCS), pois é uma ferramenta de aplicação

recomendada para o planejamento de irrigação de acordo com o suprimento de água da região ao longo do ano, levando-se em consideração as chuvas durante o período. O modelo CROPWAT 8.0 faz a estimativa da evapotranspiração de culturas agrícolas, com base na equação de Penman-Monteith. (FAO, 2010).

### 3.3.4 Componentes da pegada hídrica verde da cultura do coentro

A pegada hídrica verde do processo de crescimento de uma cultura foi calculada dividindo-se o consumo de água verde da cultura ( $C_{\text{verde}}$ , m<sup>3</sup>/ha) pela sua produtividade (Y, t/ha):

$$PH_{\text{verde}} = \frac{C_{\text{verde}}}{Y} \quad (3)$$

Em que:

$C_{\text{verde}}$  foi calculado pelo acúmulo de evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) diária durante o período de crescimento completo. A  $ET_c$  foi estimada com base em intervalos de dias ao longo de todo o período de crescimento utilizando a precipitação efetiva ( $P_{\text{eff}}$ ). A evapotranspiração de Água verde ( $ET_{\text{verde}}$ ) foi calculada, como o mínimo entre os valores da evapotranspiração total da cultura ( $ET_c$ ) e a precipitação efetiva ( $P_{\text{eff}}$ ), isto é:

$$ET_{\text{verde}} = \min (ET_c, P_{\text{eff}}) \quad (4)$$

A evapotranspiração total de água verde foi obtida através da soma de todas as  $ET_{\text{verde}}$  ao longo de todo o período de crescimento. Conforme demonstra a equação 5 foi calculado o consumo verde em que a evapotranspiração de cultura verde aplicando o fator 10 que visa converter a profundidade da água em milímetros em volume de água por superfície terrestre, em m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. O somatório é feito ao longo do período, desde o dia do plantio (d=1) até o dia da colheita.

$$C_{\text{verde}} = \alpha \times \sum_{d=1}^{dpc} ET_{\text{verde}} \quad (5)$$

em que:  $C_{\text{verde}}$  = Consumo de água verde (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)

$ET_{\text{verde}}$  = Evapotranspiração de água verde (mm dia<sup>-1</sup>)



Dpc = duração do período de crescimento (dias)

$\alpha$  = fator de conversão

d = dia do plantio

### 3.3.5 Componentes da pegada hídrica azul da cultura do coentro

A pegada hídrica azul do processo de crescimento de uma cultura foi calculada dividindo-se o consumo de água azul da cultura ( $C_{\text{azul}}$ ,  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ) pela sua produtividade (Y,  $\text{ton ha}^{-1}$ ):

$$PH_{\text{azul}} = \frac{C_{\text{azul}}}{Y} \quad (6)$$

A evapotranspiração de Água Azul ( $ET_{\text{azul}}$ ), foi calculada a partir do máximo da função abaixo

$$ET_{\text{azul}} = \max(0, ET_c - P_{\text{eff}}). \quad (7)$$

De acordo com a Eq.7, quando a precipitação efetiva é maior que a evapotranspiração da cultura, a  $ET_{\text{azul}}$  é igual à zero. A evapotranspiração total de água azul foi obtida através da soma de todas as  $ET_{\text{azul}}$  ao longo de todo o período de crescimento. Conforme demonstra a equação 8 foi calculado o consumo azul em que a evapotranspiração de cultura azul aplicando o fator 10.

$$C_{\text{azul}} = \alpha \times \sum_{d=1}^{dpc} Et_{\text{azul}} \quad (8)$$

Em que:

$C_{\text{azul}}$  = consumo de água azul ( $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ )

$ET_{\text{azul}}$  = Evapotranspiração de água azul ( $\text{mm dia}^{-1}$ )

dpc = duração do período de crescimento (dias)

d = dia do plantio.

O  $C_{\text{azul}}$  representa o total de água irrigada evaporada da área . Dessa forma, a pegada hídrica azul do cultivo de uma cultura refere-se à evapotranspiração da água irrigada apenas na área da cultura.

### 3.3.6 Componentes da pegada hídrica cinza da cultura do coentro

A pegada hídrica cinza do crescimento de uma cultura ( $PH_{\text{cinza}}$ ) foi calculada como a taxa de aplicação de químicos por hectare (TAQ,  $\text{Kg ha}^{-1}$ ) vezes a fração de escoamento, lixiviação ( $\alpha$ ) dividindo pela concentração máxima aceitável ( $C_{\text{máx}}$ ), menos a concentração natural ( $C_{\text{nat}}$ ) para o poluente considerado e, em seguida, dividido pela produtividade da cultura ( $Y$ ,  $\text{t/ha}$ ), conforme a Equação 9:

$$PH_{\text{cinza}} = \frac{(\alpha \times \text{TAQ}) / (C_{\text{máx}} - C_{\text{nat}})}{Y} \quad (9)$$

Em que:

$PH_{\text{cinza}}$  = Pegada Hídrica cinza ( $\text{m}^3 \text{t}^{-1}$ )

$\alpha$  = Fração de lixiviação ( $\text{mm dia}^{-1}$ )

TAQ = Taxa de aplicação de químicos por hectares ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

$C_{\text{máx}}$  = Concentração máxima aceitável para o poluente considerado ( $\text{Kg m}^{-3}$ )

$C_{\text{nat}}$  = Concentração natural do corpo receptor de água ( $\text{kg m}^{-3}$ )

$Y$  = Produtividade da cultura ( $\text{t ha}^{-1}$ ).

Para a fração de lixiviação foi adotado o valor de 10% com base na recomendação de Hoekstra et al (2011) e o valor da taxa de aplicação utilizado foi de  $30 \text{ kg N ha}^{-1}$ , de acordo com Filgueiras (2007) e Thoe e Thompson (2007).

No que diz respeito à concentração máxima de nitrogênio, foi adotado o valor de  $20 \text{ mg L}^{-1}$ , de acordo com o limite máximo permitido para rios enquadrados em Classe II pela resolução nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) de 2011. Considerando-se recomendações de Hoekstra et al., (2011), adotou o valor de concentração natural de nitrogênio no corpo hídrico igual a zero.

### 3.3.7 Pegada hídrica total do processo da cultura do coentro

O cálculo da pegada hídrica total do processo de crescimento da cultura do coentro foi obtida com base na soma dos componentes verde, azul e cinza, conforme demonstra a equação 10.

$$PH_{total} = PH_{verde} + PH_{azul} + PH_{cinza} \quad (10)$$

em que :

$PH_{total}$  = Pegada Hídrica total de um processo de crescimento de cultura ( $m^3 t^{-1}$ )

$PH_{verde}$  = Pegada Hídrica verde ( $m^3 t^{-1}$ )

$PH_{azul}$  = Pegada Hídrica azul ( $m^3 t^{-1}$ )

$PH_{cinza}$  = Pegada Hídrica cinza ( $m^3 t^{-1}$ )

### 3.3.8 Análise do desempenho econômico da cultura do coentro

Com base nos dados de produtividade gerados, foram obtidos os custos de produção e calculados os indicadores econômicos tais como a receita bruta, margem bruta e a relação benefício e custo.

A descrição dos custos foi baseada no conceito de custo operacional (COE), que segundo Martin et al (1998), são todos os desembolsos monetários realizados com a cultura em questão. A determinação da eficiência econômica foi realizada com obtenção da relação benefício/custo (RBC) de acordo com a equação 11.

$$RBC = \frac{RB}{CP} \quad (11)$$

em que :

RB é a renda bruta auferida a cultura ( $R\$ m^{-2}$ );

CP é o custo de produção (R\$ m<sup>-2</sup>);

A renda bruta para a cultura foi obtida através da expressão 12.

$$RB = PP.PD \quad (12)$$

em que :

PP é o preço do molho coentro (R\$ molho<sup>-1</sup>)

PD produção obtida no canteiro ( molho m<sup>2</sup>)

A renda líquida para a cultura foi obtida através da diferença entre a renda bruta e o custo de produção.

$$RL = RB - CP \quad (13)$$

em que :

RB é a renda bruta obtida no canteiro ( R\$ m<sup>-2</sup>)

CP é o custo de produção (R\$ m<sup>-2</sup>)

O custo de produção (CP) corresponde a todos os custos de produção e foi determinada a partir da equação 14.

$$CP = C_{\text{operações}} + C_{\text{material consumido}} \quad (14)$$

em que :

C<sub>operações</sub> corresponde à mão de obra utilizada na produção

C<sub>material</sub> consumido corresponde aos fertilizantes, pesticidas e sementes.

Os preços de insumos com a torta de mamona, ureia, fosfato bicálcico, saco esterco de boi, caprino e ovino e os nematicida/inseticida foi utilizado valores do produto pago pelo produtor, conforme levantamento feito na região de Itabaiana/Se no mês de maio de 2016 somados com o coeficiente de custos de mão de obra.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Pegada Hídrica da cultura do coentro

A partir dos valores obtidos da evapotranspiração média diária da cultura do coentro Tabela 03, realizadas através das campanhas experimentais; que foi determinada pelo método do balanço hídrico e os valores de precipitação efetiva ( $P_{\text{eff}}$ ) diária após plantio (DAP) foram calculados a evapotranspiração de água verde ( $ET_{\text{verde}}$ ) e a evapotranspiração de água azul ( $ET_{\text{azul}}$ ) através das equações 4 e 7 respectivamente, cujos resultados estão apresentados na figura 9.

Os valores da precipitação efetiva ( $P_{\text{eff}}$ ) foram calculados através das simulações no software CROPWAT 8.0 desenvolvido por uma divisão da FAO que calcula a quantidade de água necessária para a irrigação. As precipitações efetivas de cada estação para cada ciclo de desenvolvimento da cultura do coentro foram de 178,8; 11,8; 21,6 e 116 mm, respectivamente, no período do inverno, primavera, verão e outono, determinada utilizando-se o método do Serviço de Conservação do Solo do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA SCS), por ser considerado o método mais utilizado e preciso.

Tabela 03. Média do ciclo da evapotranspiração da cultura (ETc) do coentro cultivar tabocas em estações do ano no Agreste Sergipano

	ETc (mm/dia)	Etc(mm/dia)	ETc(mm/dia)	ETc(mm/dia)
DAP	BH1-Inverno	BH2-Primavera	BH3- Verão	BH4- Outono
7	1,11	4,86	4,77	1,36
14	2,84	4,06	6,53	4,06
21	3,30	5,17	4,57	5,46
28	2,36	5,77	3,82	4,12
35	2,16	4,86	6,28	3,45
40	2,01	3,70	5,42	1,98
MÉDIA	2,30	4,74	5,23	3,41

Fonte: Tavares, (2016)

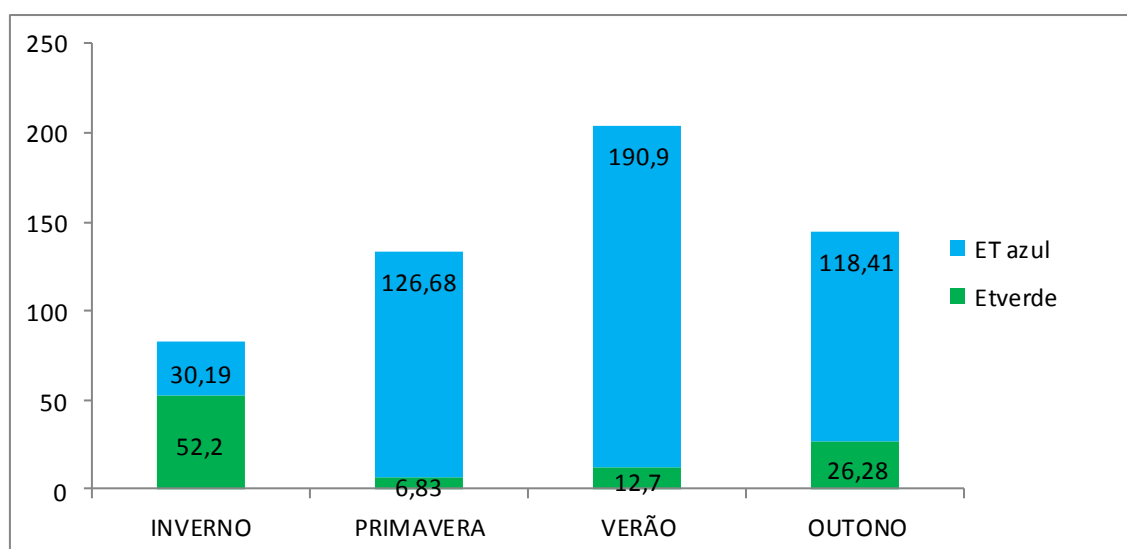
As Evapotranspirações da cultura médias diárias para a cultura do coentro durante as quatro estações são exibidas na Tabela 3. No período do inverno o maior valor da ETc do

coentro chegou um valor de 3,30 mm (21 dia), enquanto nos demais períodos como na primavera 5,77 mm (28 dia) ; no verão 6,53mm (14 dia) e no outono 5,46 mm (21 dia). A menor média ocorreu no inverno com 2,30 mm dia<sup>-1</sup> e as mais elevadas foram no período do verão , primavera e outono com os valores de 5,23; 4,74 e 3,41 mm dia<sup>-1</sup> respectivamente.

O coeficiente de cultura do coentro foi obtido pelo método balanço hídrico do solo em função dos dias após o plantio (DAP) foram 0,82 (Inicial); 1,03 (desenvolvimento); 1,07 (médio) e 0,93 (final) (TAVARES, 2016).

De acordo com Carvalho (2014) na região pesquisada a evapotranspiração não apresenta grande variações, mais elevada de outubro a maio, correspondendo, principalmente, ao período de primavera-verão-outono.

Figura 09. Valores da evapotranspiração de água verde (ET<sub>verde</sub>) e azul (ET<sub>azul</sub>) da cultura do coentro cultivar tabocas nas estações : inverno, primavera, verão e outono no Agreste Sergipano



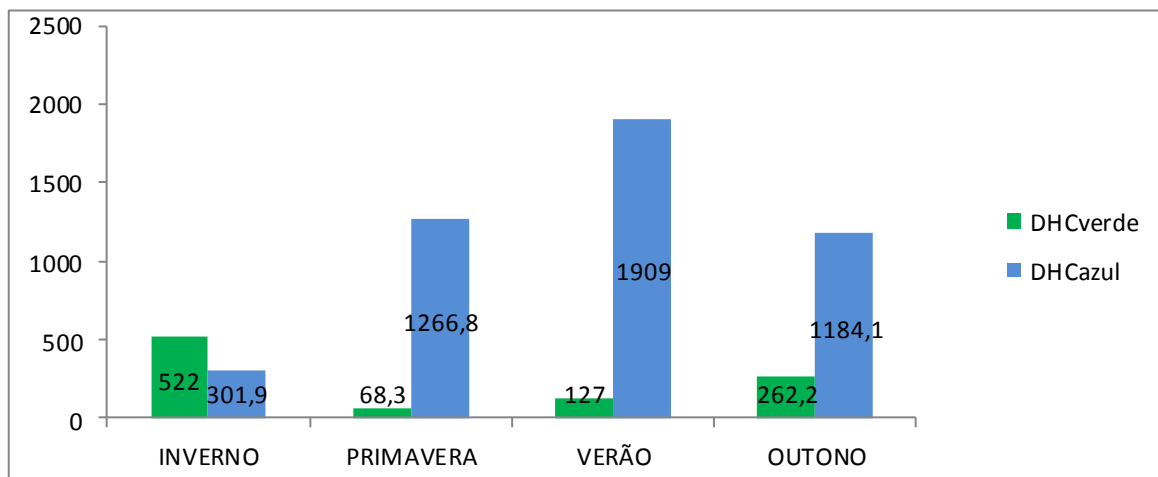
Fonte: Pesquisa de campo, 2016

A partir dos valores encontrados da ETverde e ETazul nas estações do ano do ciclo de desenvolvimento da cultura do coentro cultivar verdão, constatou-se que no período de verão a ETazul 190,0 mm/período de crescimento foi a mais elevada e no inverno o menor valor com 30,19 mm/período de crescimento . A ET verde do período do inverno foi a mais elevada com valor de 52,2 mm/período de crescimento tendo como menor valor o período da primavera com 6,83 mm/período de crescimento. Em síntese percebe-se que a cultura do coentro apresentou maior necessidade de água no verão. Esses resultados podem ser explicados pela variabilidade climática típica da região do agreste sergipano. De acordo com

Carvalho (2014), nesta região os meses de sujeitos a déficit hídrico correspondem ao período de primavera-verão e que o excedente hídrico ocorre nos meses de maio e agosto.

Obtidos os valores dos componentes da ETverde e ETazul de cada estação do ano , foram calculados os componentes verde ( $C_{verde}$ ) e azul ( $C_{azul}$ ) da demanda hídrica da cultura do coentro cultivar verdão através das equações 5 e 8 respectivamente cujos resultados estão apresentados na Figura 10.

Figura 10 - Valores de demanda hídrica verde e azul ( $m^3 ha^{-1}$ ) da cultura do coentro cultivar tabocas no Agreste Sergipano



Fonte: Pesquisa de campo,(2016)

Observou-se que os resultados de  $C_{verde}$  e  $C_{azul}$  primavera-verão-outono mostram que a  $C_{azul}$  supera a  $C_{verde}$ . No período inverno os valores alteram para  $C_{azul}$  inferior a  $C_{verde}$ . Estes resultados esta com concordância com o trabalho Ribeiro (2014) no que observou o consumo de água verde e azul pela cultura da manga irrigada localizada em uma região de semiárido no qual o componente de água azul foi superior da água verde. Uma vez que a região de estudo está localizada no agreste sergipano, com distribuição espacial e temporal irregular de chuvas prevalecendo á pratica da agricultura irrigada para suprir a escassez; com isso o consumo de água azul apresenta-se maior que o de água verde nas estações primavera, verão e outono.

Para determinar a Pegada Hídrica verde, azul e cinza da cultura do coentro foram necessários os valores de produtividade de cada estação do ano cujos valores estão apresentados na Tabela 4.



Tabela 04. Produtividade da massa fresca da parte aérea da cultura do coentro cultivar tabocas durante as estações do ano no Agreste Sergipano

<b>COENTRO</b>	<b>Produtividade (MFPA) (t ha<sup>-1</sup>)</b>
Inverno	3,597
Primavera	5,5
Verão	2,715
Outono	8,103

Fonte: Adaptada de Tavares (2016)

A Tabela 4 apresenta os valores de produtividade de coentro para cada estação e pode-se observar que a maior produção foi no outono com 41% e a menor produção foi no verão com 14% em relação à produtividade total de 19,92 toneladas de massa fresca do coentro. Tavares (2016) em sua análise observou o menor desempenho do coentro ocorreu na estação de verão. A autora afirma que o desempenho da cultura não está associado à ausência de chuvas no período do verão, pois no inverno a área foliar apresentou baixo desempenho. Segundo a autora com base nos seus resultados encontrados o período de outono e o mais propício para a produção da cultura. Os valores utilizados para o cálculo do componente cinza da pegada hídrica da cultura do coentro cultivar verdão cujos valores estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 05. Valores utilizados para o cálculo da pegada hídrica cinza (PHcinza, m<sup>3</sup>.t<sup>-1</sup>) da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano

<b>Taxa de lixiviação (<math>\alpha</math>)</b>	<b>Taxa de aplicação de químicos (TAQ)</b>	<b>Concentração natural máxima aceitável p/ o poluente.(C<sub>máx</sub>)</b>	<b>Concentração natural do corpo receptor (C<sub>nat</sub>)</b>
m <sup>3</sup> t <sup>-1</sup>	Kg ha <sup>-1</sup>	Kg m <sup>-3</sup>	Kg m <sup>-3</sup>
0,1	30	0,2	0

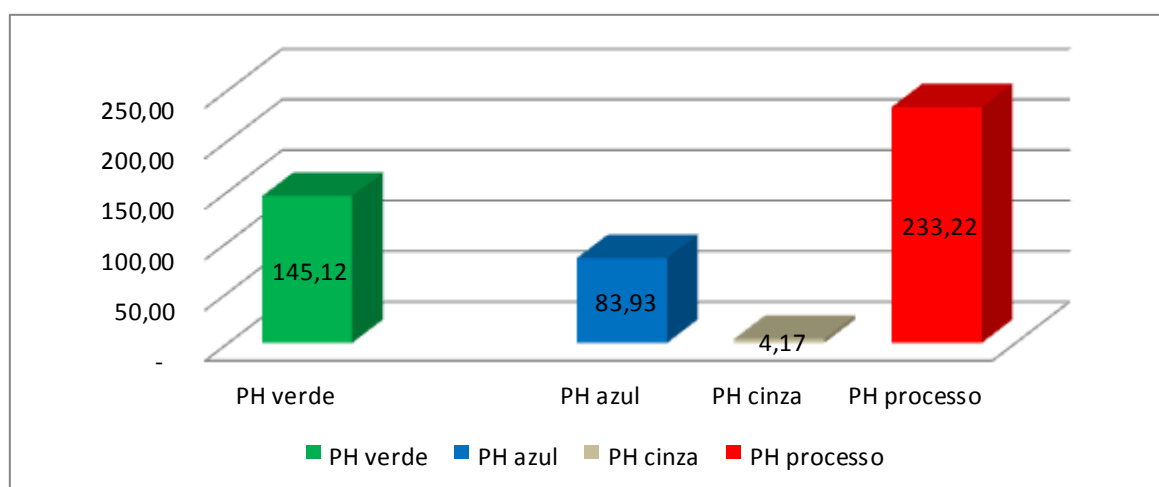
Fonte: Hoekstra(2011); Filgueiras(2007); Thoe e Thompson (2007); CONAMA(2011)

Não foi analisado o efeito de aplicação de agroquímicos no ambiente pesquisado. O poluente mais crítico que foi o nitrogênio e adotamos o valor de concentração natural de nitrogênio no corpo hídrico igual a zero e a taxa de lixiviação 10% considerando as recomendações de Hoekstra et al (2011). Os dados referentes à aplicação de fertilizantes foram extraídos a partir de Filgueiras (2007) e Thoe e Thompson (2007) e o valor da

concentração natural máxima aceitável para o poluente de acordo com os limites enquadrados no CONAMA (2011). A pegada hídrica recorre habitualmente à estratégia de investigação indireta. A pegada cinza, enquanto componente da pegada hídrica, não foge a esta realidade, o que faz com que dados necessários para o seu cálculo sejam também indiretamente obtidos, seja por estimativa, ou através da aplicação de modelos (GRAÇA, 2011).

Com os  $C_{\text{verde}}$ ,  $C_{\text{azul}}$  e o valor de lixiviação, taxa de aplicação de químicos, concentração aceitável para o poluente crítico, concentração natural do corpo receptor de água e os valores de produtividade da massa fresca da cultura do coentro cultivar tabocas durante as estações do ano foram obtidos os valores da Pegada Hídrica Verde ( $PH_{\text{verde}}$ ), Pegada Hídrica Azul ( $PH_{\text{azul}}$ ) e da Pegada Hídrica cinza ( $PH_{\text{cinza}}$ ) através das equações 3, 6 e 9 respectivamente. A pegada hídrica do processo (equação 10) é a soma dos resultados das pegadas hídricas verde, azul e cinza. Os valores contabilizados estão apresentados nas Figuras 11,12,13 e 14.

Figura 11. Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano no período de inverno ( $\text{m}^3 \text{t}^{-1}$ ).

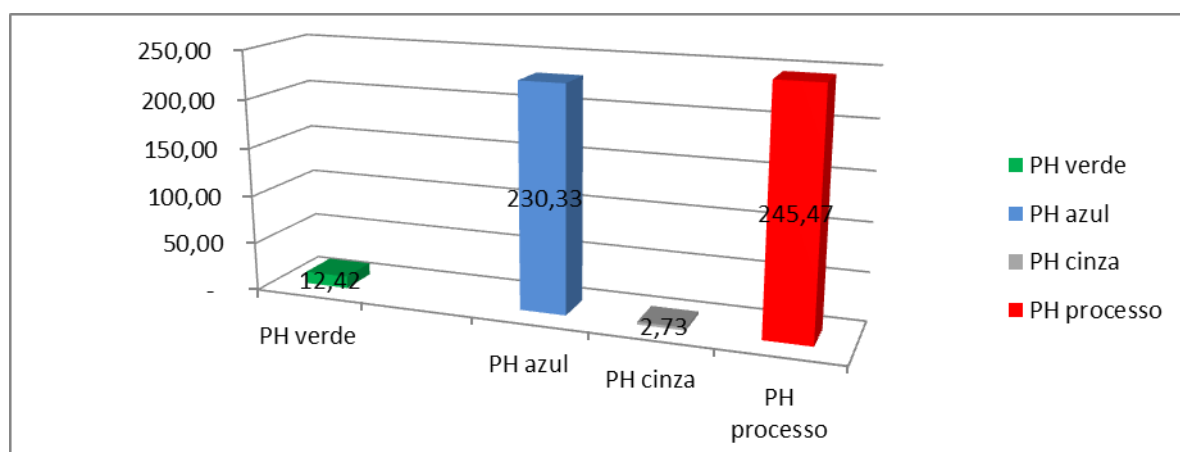


Fonte: Pesquisa de campo (2016)

Na Figura 11 exibe os valores da pegada hídrica verde, azul e cinza da cultura do coentro cultivar tabocas no período do inverno. O valor da pegada hídrica verde que representa a água da chuva no processo de desenvolvimento da cultura, apresentou a maior contribuição na pegada hídrica total, 62% do valor total que corresponde a  $145,12 \text{ m}^3 \text{t}^{-1}$ . Esse resultado encontra-se em concordância com a literatura, uma vez que o período chuvoso corresponde aos meses de abril e agosto (outono-inverno), sendo que os meses mais chuvosos são maio e junho (CARVALHO, 2014). Mekonnen e Hoekstra (2010) em seu relatório

encontraram quantificadas as pegadas hídricas para produções agrícolas mundiais entre o período de 1996-2005, a pegada hídrica verde, azul e cinza de uma cultura de alface valores médios de  $133 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ ,  $28 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  e  $77 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  respectivamente. A discrepância entre valores comparados com a pesquisa principalmente a pegada hídrica cinza pode ser justificada tendo a natureza dos dados de calculo adotados, ao passo que nesse estudo foram utilizados dados locais e no relatório provém de dados com estimativas nacionais. Comparando ao trabalho de Matos (2015) da batata-doce no agreste sergipano no período de 2010 e 2011 encontramos valores superiores da pegada hídrica verde em comparação ao pegada hídrica azul. Toledo et al., (2015) encontraram as pegada hídricas da cana-de-açúcar para a Bacia Pratygy valores médios de 303,18 ; 90,19 e 32,01  $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$  respectivamente.

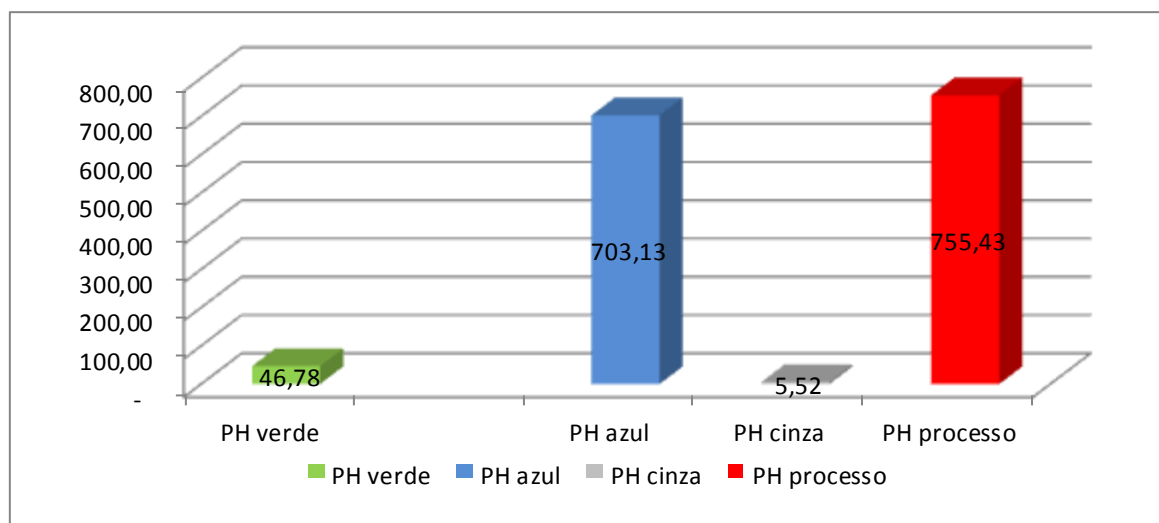
Figura 12. Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano no período de primavera ( $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$ ).



Fonte: Pesquisa de campo, 2016

De acordo com os dados da Figura 12 podem-se constatar os valores da pegada hídrica verde, azul e cinza com valores estimados de 12,42; 230,33; e 2,73  $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$ , respectivamente. Para os resultados apresentados constatou-se uma menor produtividade de água verde (5%) em relação à água azul (94%). Ribeiro (2014) em seu estudo de caso da manga no submédio do Vale do São Francisco encontrou para manga cultivada de forma irrigada a pegada hídrica azul que representa à água irrigada a maior contribuição na pegada hídrica total, 74 % do valor total que corresponde 265, 70  $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$ . Fenômeno distinto em comparação ao trabalho de Matos (2015) relacionado à Pegada hídrica da batata doce no Agreste Sergipano, que notou no ano de 2012 a pegada hídrica azul de 577,06  $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$  foi superior à pegada hídrica verde (402,81  $\text{m}^3 \text{ t}^{-1}$ ).

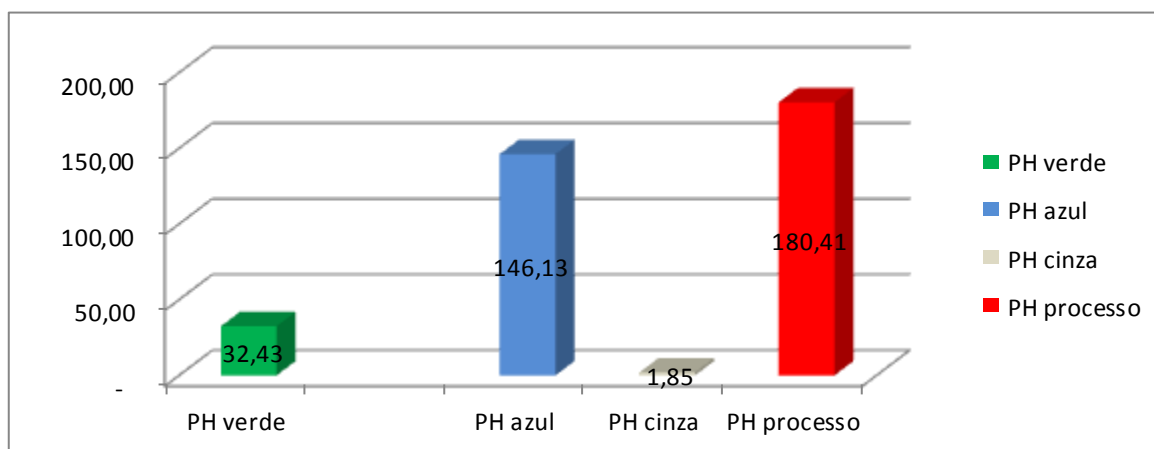
Figura 13. Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do Agreste Sergipano no período de verão ( $\text{m}^3\text{t}^{-1}$ ).



Fonte: Pesquisa de campo, 2016

Na Figura 13 estão disponíveis os dados da pegada hídrica da cultura do coentro na estação de verão. Observou-se um alto valor na pegada hídrica azul com valor de  $703,13 \text{ m}^3\text{t}^{-1}$  em comparação as pegadas hídricas verde e azul  $46,78$  e  $5,52 \text{ m}^3\text{t}^{-1}$  respectivamente do período pesquisado e dos demais períodos apresentados nas Figuras 11, 12 e 14. Nesse sentido a demanda de irrigação foi maior que nos outros períodos. Silva et al. (2015) em suas medições e modelagem da pegada hídrica da cana-de-açúcar cultivadas no Estado da Paraíba concluem que a pegada hídrica verde diminui à medida em que ocorre acréscimo na lâmina de irrigação, enquanto que a pegada hídrica azul aumenta em função do aumento na lâmina de irrigação.

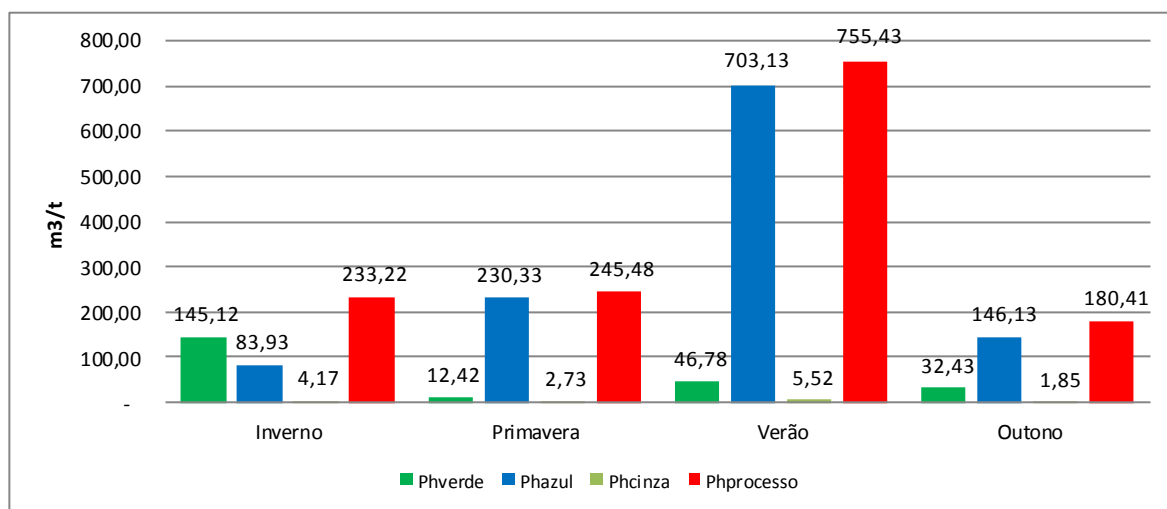
Figura 14 - Pegada Hídrica do processo da cultura do coentro cultivar tabocas do agreste sergipano no período de outono ( $\text{m}^3\text{t}^{-1}$ ).



Fonte: Pesquisa de campo, 2016

As pegadas hídricas do coentro no outono apresentam valores para as pegadas hídricas verde, azul e cinza, aproximadamente, de 18 %, 81% e 1% em relação ao valor total de pegada hídrica do processo de desenvolvimento da cultura em  $180,41 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ .

Figura 15. Dados comparativos dos valores da pegada hídrica ( $\text{m}^3\text{t}^{-1}$ ) do coentro cultivar tabocas em estações no ano distintas no Agreste Sergipano

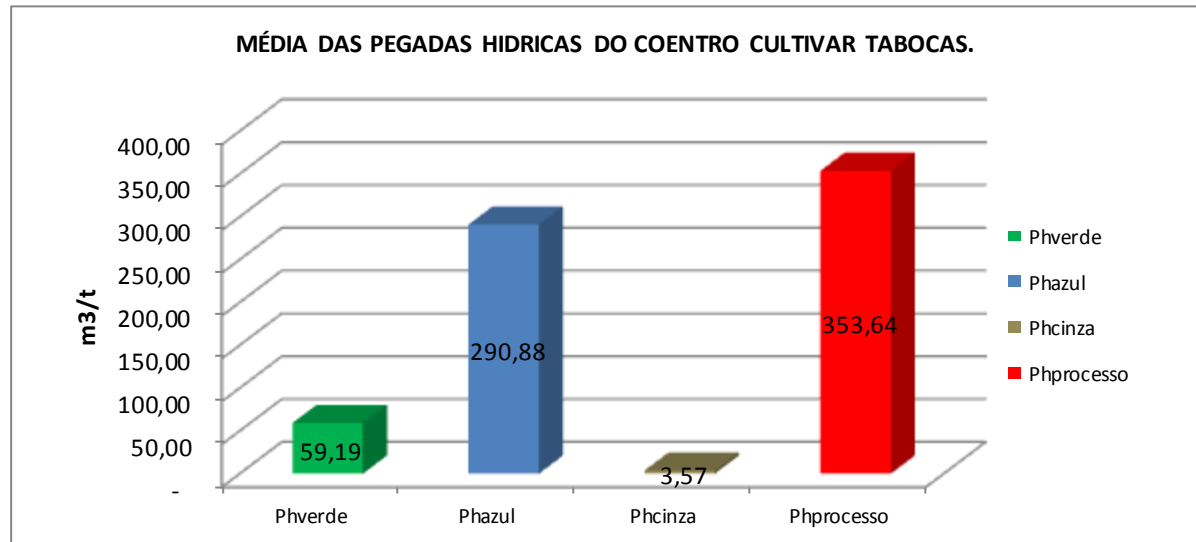


Fonte: Pesquisa de campo (2016)

A Figura 15 exhibe os valores das pegadas hídricas verde, azul e cinza e do processo nas estações inverno, primavera, verão e outono da cultura do coentro cultivar tabocas do agreste sergipano. Para a cultura foi possível realizar a contabilização da pegada hídrica do processo nas quatro estações do ano. Desta forma observa-se que os valores de pegada do

processo na cultura nas estações primavera-verão são superiores comparativamente com o período outono-inverno.

Figura 16 - Pegada Hídrica total da cultura do coentro cultivar tabocas ( $\text{m}^3 \text{t}^{-1}$ ) do Agreste Sergipano



Fonte: Pesquisa de campo, 2016

A Figura 16 mostra o resultado das médias das pegadas hídricas verde, azul, cinza e do processo do coentro cultivar tabocas irrigado do agreste sergipano nas estações inverno, primavera, verão e outono. O valor da pegada hídrica azul, que representa a água da irrigação utilizada no processo de desenvolvimento da cultura, apresentou a maior contribuição na média da pegada hídrica das estações do ano; com o valor de  $290,89 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ .

Esse resultado encontra-se em concordância com a literatura, uma vez que na região pratica-se a agricultura irrigada. Ainda de acordo a Figura 16, a pegada hídrica verde responde a  $59,19 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  devido dentre outros fatores à dependência da irrigação na região. A pegada hídrica cinza é a que apresenta a menor contribuição cuja média das estações equivale a  $3,57 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ . Em síntese, a pegada hídrica azul com 81 % é a que possui a maior contribuição na média da pegada hídrica do processo, seguidas pelas pegadas hídricas verde com 17% e a cinza com 2 %. A pegada hídrica azul ao se referir o uso do homem no cultivo agrícola a partir do sistema de irrigação traz consequências para as fontes de água doce, pois existem limites para usar esse fluxo hídrico. De acordo com Hoekstra et al. (2011) esse fluxo de escoamento tem um limite de retirada. Eles abordam que a pegada hídrica azul mostra o volume que foi efetivamente retirado do fluxo total de escoamento, mostrando assim, a ‘apropriação da capacidade de retirada’.

A pegada hídrica cinza como fluxo depositório de poluição da água traz consequências ambientais a depender da quantidade de poluentes críticos presentes na água doce. Mekonnen e Hoekstra (2010) estimaram a média da pegada hídrica global de vários produtos e seus derivados, dentre eles das sementes de coentro, para o período de 1996 a 2005. O valor encontrado para a média da pegada hídrica global das sementes de coentro foi de  $8.280 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ , sendo  $5.369 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  a pegada hídrica verde,  $1.865 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  a pegada azul e  $1.046 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$  a pegada cinza. Assim como no presente estudo, a pegada hídrica cinza foi a que apresentou a menor participação no valor da média. No entanto, quanto às pegadas hídricas azul e verde as participações destas componentes diferiram deste estudo, com a pegada verde apresentado maior contribuição, seguida da pegada azul. Tal diferença na participação dos componentes se deve às condições edafoclimáticas e ao uso de produtividade de sementes da cultura do coentro que requer maior quantidade de massa fresca da cultura para a determinada produção que os autores utilizaram no presente trabalho. O valor médio da pegada hídrica do processo apresenta um valor de  $353,64 \text{ m}^3 \text{ t}^{-1}$ .

Silva et al., (2013) estimaram a evapotranspiração da cultura do coentro no agreste sergipano no qual encontraram os valores das necessidades hídricas do coentro pelo método do balanço hídrico do solo e pela metodologia do Kc dual de 332 e 348,7 mm respectivamente.

#### 4.2. Custos e rentabilidade na produção do coentro

O processo produtivo do coentro evidenciado na Figura 17 apresenta detalhadamente as etapas de produção da cultura, permitindo identificar o processo desenvolvido a cada fase.

Figura 17. Etapas da produção da cultura coentro



Fonte: Pesquisa de campo (2016)

Foram analisados os custos ocorridos durante o ciclo do cultivo do coentro, apurando os resultados financeiros da atividade, considerando a produtividade da cultura em uma área de 900 m<sup>2</sup>.

Os dados coletados foram baseados em informações da Empresa Hortaliças Vida Verde. Foi verificado a participação de cada item de consumo de custos para produção de coentro na Unidade de Produção. De acordo com Araújo et al (2002) análise da atividade econômica, por meio dos custos de produção, e um grande auxílio para a tomada de decisões na empresa agrícola.

A mão de obra foi calculada considerando o preço horário sem encargos, no qual foi estimado dividindo salário mensal por 24 dias úteis e o resultado dividindo por 8 horas diárias ( MARTINS et al., 1998) apresentado na Tabela 6.

Tabela 06. Custo de mão de obra de uma área de 900 m<sup>2</sup>, no Agreste Sergipano

<b>Especificação</b>	<b>Quantidade (UN)</b>	<b>Custo mensal (R\$)</b>	<b>Custo do dia (R\$)</b>	<b>Custo horário (R\$)</b>
<b>Mão de obra</b>	02	1.760,00	73,34	9,16

Fonte: Pesquisa de campo, 2016

A análise dos custos de produção do coentro na Empresa Hortaliças Vida Verde exposto na Tabela 7 revelam que os gastos dos insumos correspondem a 26% dos custos operacionais efetivos da produção, sendo a torta de mamona o item mais oneroso respondendo por 49% dos custos dos insumos. A torta de mamona apresenta grande potencial de uso na agricultura como fornecedora de nutrientes (SILVA et al. 2012).

Tabela 07. Coeficientes de custos de produção de uma área de 900 m, cultivado com coentro no Agreste Sergipano

<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor Unitário(R\$)</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
<b>Torta de Mamona</b>	kg	108,00	10	1080,00
<b>Ureia</b>	kg	1,20	67	80,40
<b>Fosfato Bicalcico</b>	Kg	1,40	67	93,80
<b>Esterco de Boi</b>	kg	18,50	10	185,00
<b>Esterco de Caprino</b>	kg	25,90	10	259,00
<b>Agroquímicos</b>	litro	2	33	66,00
<b>Sementes</b>	kg	49	5	245,00
<b>Mão de Obra</b>	horas	4,58	44	201,52
<b>Total</b>				2210,72

Fonte: Pesquisa de campo, 2016



Ainda de acordo com a Tabela 7 foi analisado que a mão de obra corresponde a 9% dos custos. Analisando os insumos por grupos constata-se que os agroquímicos respondem por 3% dos custos operacionais, enquanto os adubos e fertilizantes são responsáveis por 77% desse mesmo custo. No tocante as sementes, o estudo revela um custo adicional de 11% do gasto para a produção do coentro.

Para se ter uma ideia mais precisa da rentabilidade do coentro, considerou-se os custos operacionais efetivos que corresponde a um valor de R\$ 2.210,72 ( dois mil duzentos e dez reais e setenta e dois centavos) para a produção da cultura . Considerando que o valor médio anual de comercialização do molho de coentro é de R\$ 0,75 (setenta e cinco centavos) molho, e a produtividade média é de 11.250 molhos  $m^{-2}$  pode se considerar a receita líquida da produção é de R\$ 8.437,50 ( oito mil quatrocentos e trinta e sete e cinquenta centavos). Zárate et al. (2005), verificaram um renda bruta de 8.448,28 (oito mil quatrocentos e quarenta e oito reais e vinte e oito centavos) em coentro de cultivo solteiro e 8.348,86 (oito mil trezentos e quarenta e oito reais e oitenta centavos) em cultivo de coentro com consórcio com cebolinha.

Tabela 08. Indicadores econômicos de receita bruta (RB) custo de Produção (CP) Receita Líquida (RL) e relação custo/benefício de coentro em uma área de 900  $m^2$  no Agreste Sergipano

Especificação	Receita bruta	Custo de produção	Receita líquida	Relação Custo/benefício
<b>900 m<sup>2</sup></b>	8437,5	2210,72	6226,78	3,82

Fonte: Pesquisa de campo, 2016

Analisando a tabela 8 o valor da receita bruta total e dos custos de produção por  $m^2$ , tem-se uma receita líquida de R\$ 6.226,78 (seis mil duzentos e vinte e seis reais e setenta e oito centavos ) constatando que a exploração do coentro na empresa hortifrutigranjeira apresenta resultado economicamente satisfatório nos indicadores econômicos . Segundo Beltrão et al. (1984), a receita líquida expressa melhor o valor econômico dos sistemas do que a receita bruta, pois nela se encontram deduzidos os custos de produção. A relação benefício custo (Tabela 8) é de 3,82 situação que indica que para cada R\$ 1,00 (um real) utilizado no custo total de produção de coentro houve um retorno de R\$ de 3,82. (três reais e oitenta e dois centavos). Pereira et al. (2015), encontraram em seus estudos da eficiência econômica de culturas de coentro consorciados com rabanete adubados com jitrana mais esterco bovino um taxa de retorno de R\$ 3,8 (três reais e oito centavos). Lima et al. (2007), constataram que o cultivar tabocas quando plantada no espaçamento de 0,20 m por 0,05 m na época de novembro a dezembro proporciona maior desempenho agroeconômico. Eles encontraram

valores diferentes de taxa de retorno para espaçamentos diferentes, sendo que o espaçamento 0,25 m por 0,10 m similar ao da pesquisa verificaram um valor de taxa de retorno R\$ 2,67 (dois reais e sessenta e sete centavos) para a cultura do coentro.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## 5 CONCLUSÃO

No contexto ambiental, compreende-se que se faz necessário compreender água como bem econômico e finito e sua escassez impede o desenvolvimento de certas regiões, sua gestão para o uso racional para atuar de forma eficaz deve ser aplicada medidas que visem propiciar um consumo mais sustentável. Nesse sentido, o gerenciamento do recurso hídrico é de fundamental importância para mitigar os impactos e reconhecer a água como bem econômico e assegurar sua qualidade e quantidade para as futuras gerações. Para que isto ocorra à utilização de indicadores ambientais associados ao nível de vulnerabilidade e da disponibilidade hídrica são de fundamental importância para uma determinada região. Também é enfático saber que o produtor necessita melhorar os rendimentos técnicos e econômicos da sua produção sob pena de em breve começar a registrar rendimentos negativos, inviabilizando essa importante cultura hortifrutigranjeira da região em análise.

Nesse sentido, quanto à aplicação do indicador Pegada Hídrica e a contabilização dos custos de produção e sua relação benefício e custo, dar uma visibilidade no seu empreendimento local servindo como base no processo de tomada de decisões trazendo para esfera empresarial uma nova forma de manejar a água na gestão de seu uso e na avaliação das condições econômicas do processo de produção, para minimizar os custos e maximizar sua rentabilidade na produção da cultura em análise.

Assim, para melhorar o desempenho financeiro da empresa faz-se necessário enfatizar sua eficiência perante os consumidores. Vale ressaltar que o mercado está competitivo e que um dos maiores desafios que este enfrenta é melhorar a qualidade do ambiente, com decisões criteriosas baseadas de forma sustentável e responsável.

Diante do exposto, caracterizar uma imagem institucional no mercado que atue ecologicamente responsável e compreender os desafios relacionados à gestão de águas é uma questão complexa. No entanto, a utilização da Pegada Hídrica e os indicadores econômicos numa empresa podem auxiliar no processo de tomadas de decisão e melhorar seus padrões de produção com eficiência e responsabilidade social e ambiental.

A participação política do Estado é essencial, pois este deve priorizar em especial áreas de semiárido, com a região de estudo, para materializar em ações os problemas ambientais urgentes principalmente na questão dos recursos hídricos.

## **REFERÊNCIAS E FONTES BIBLIOGRÁFICAS**

ABCSEM. **Associação Brasileira de Sementes e Mudas, 2011.** Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br>>. Acesso em 24 jan. 2016.

ABCSEM. **Associação Brasileira de Sementes e Mudas, 2012.** Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br>>. Acesso em 10 out. 2016.

ALBURQUERQUE, P.E.P de. Aspectos conceituais do uso eficiente da água na agricultura IN: GOMES, M.A.F; PESSOA, M.C.P.Y. (Ed). **Planejamento Ambiental do espaço rural com ênfase para microbacias hidrográficas: Manejo de Recursos Hídricos, Ferramentas Computacionais e Educação Ambiental.** Brasília, DF: Embrapa Informação Técnica, 2010.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S., RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements.** FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, 1998.

ARRIBAS, R.V. del M; RODRIGUEZ; M.O.B. **Huella Hídrica de América Latina: retos y oportunidades.** Aqua-LAC. V.4. n.1 .p. 4-8, 2012.

BRASIL. **Resolução CONAMA N° 430, de 13 de maio de 2011.** dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, alterando parcialmente e complementando a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: [www.planalto.gov.br](http://www.planalto.gov.br) Acesso em 23 mai de 2016.

BELTRÃO, N.E.M . et al., **Comparação entre indicadores agroeconômicos de avaliação de agroecossistemas consorciados e solteiros envolvendo algodão upland e feijão caupi.** Campina Grande : Embrapa . CNPA , 1984.

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves e MANTOVANI, Charluni Everaldo; **Manual de Irrigação.** 8 .ed. Ed. UFV, Viçosa, 2006.

BERNARDO, Salassier. **Produção Agrícola e uso da água.** In: GOMES, M.A.F; PESSOA, M.C.P.Y. Planejamento ambiental do espaço rural com ênfase para microbacias hidrográficas: manejos de recursos hídricos, ferramentas computacionais e educação ambiental. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

BEZERRA; M. do C. L; VEIGA, J. E. da. (Coord.). **Agricultura Sustentável .** Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis; Consórcio Museu Emílio Goeldi, 2000.

BOLSOL, Z.M.F.; TORRES, S.D.A. A política de recursos hídricos no Brasil. Rio de Janeiro: BNDES, 1977. BORCHARDT, I. **Desenvolvimento de metodologia para elaboração de custos de produção das principais culturas exploradas em Santa Catarina.** Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2004.

BRAGA, Benedito; et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 10/09/15.

BURMAN, R.D.; NIXON,P.R.;WRIGHT,J.L.O. Water Requerimentos. In : JENSEN,M.E. (Ed). **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE,p. 189-232. 1983.

CAMARGO, Leocádio de Souza. **As hortaliças e seu cultivo**. 3.ed. Campinas, São Paulo: Fundação Cargill, 1992.

CARMO, R.L.do et al. **Água virtual, escassez e gestão: O Brasil como grande “exportador” de água**. Ambiente & Sociedade. Campinas. v.X, n.1. p: 83-96. jan-jun. 2007.

CARVALHO, D.M.; COSTA,J.E. **A Intervenção do Estado em Infraestrutura e o Processo de Circulação de Hortifrutigranjeiros em Itabaiana/SE**. Scientia Plena , v6, n.3, 2010.

CARVALHO, D. M.; COSTA, J. E. da. **Distribuição de Hortaliças e raízes em Itabaiana/SE**. Mercator, Fortaleza, v. 10, n. 21, p. 103-119, jan./abr. 2011.

CARVALHO, E.S.M. **Um olhar geográfico sobre as águas no Vaza Barris Sergipano**. São Cristovão: Editora UFS, 2014.

CHAPAGAIN, A.K.;HOEKSTRA, A.Y. **Water footprints of nations**. Países baixos: UNESCO-IHE, 2004. (Value of water research report series,n.16). Disponível em < <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16voll.pdf>>. Acesso em : 10 set. 2016.

CHAPAGAIN, A; TICKNER, D. Pegada Hídrica: evolução do conceito e sua utilidade na prática.In: EMPINOTI, V; JACOBI, P.R.(Org.).**Pegada Hídrica : inovação , corresponsabilização e os desafios de sua aplicação**. São Paulo: Annablume, 2012.

CREPALDI, Sílvio Aparecido. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2006.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9.ed. São Paulo : Gaia, 2004.

DIEDERICHSEN, A. Coriander (*Coriandrum sativum L.*). **Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops**. 3. Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. p.83, 1996.

DUBOIS, A; KULPA, L. SOUZA, L.E. de. **Gestão de custos e formação de preços: Conceitos, Modelos e instrumentos abordagem do capital de giro e da margem de competitividade**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

EMPINOTI, V; JACOBI , P.R. Pensando as questões da água de uma nova forma .In: EMPINOTI, V; JACOBI, P.R.(Org.).**Pegada Hídrica : inovação , corresponsabilização e os desafios de sua aplicação**. São Paulo: Annablume, 2012.

EMPINOTTI, Vanessa. O setor privado e a Pegada Hídrica: risco, oportunidades e vulnerabilidade. In: EMPINOTI, V; JACOBI, P.R.(Org.).**Pegada Hídrica : inovação , corresponsabilização e os desafios de sua aplicação**. São Paulo: Annablume, 2012.

EMPINOTTI, Vanessa; JACOBI, Pedro Robert. (org.). **Pegada Hídrica: Inovação, corresponsabilização e os desafios de sua aplicação**. Annablume, PROCAM-USP, IEE-USP, São Paulo, 2012.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **CROPWAT 8.0 model, Food and Agriculture Organization**. Roma, Itália, 2010. Disponível em: [www.fao.org/nr/water/infores\\_databases\\_cropwat.html](http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html). Acesso em julho de 2015.

FIGUEIREDO, Adama H. de (Org.). **Brasil: Uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro : IBGE, Coordenação de Geografia , 2016.

FILGUEIRA, F.A.R. **ABC da Olericultura: Guia da pequena horta**. Editora Agronômica Ceres; São Paulo , 1987.

FILGUEIRA, Fernando Antônio Reis . **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de Hortaliças**. 3.ed. Viçosa, MG : Editora UFV , 2007.

FILHO, M.A.C et al;. Relação solo-planta-atmosfera.IN:SOUZA, Valdemício Ferreira de et al. **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Empraba Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2011.

FREITAS, A.J de. **Gestão de recursos hídricos**. In: SILVA, D.D da; PRUSKI, F.F. (Editores). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.

G.M. Maciel et al. **Vigor e produção de sementes de coentro em função do tipo**. Scientia Plena. Vol.9, n.12. 2013.

GARRIDO, R.J.S. Alguns pontos de referência para o estágio atual da Política Nacional de Recursos Hídricos. IN: FREITAS, M.A.V. de. **Estado das Águas no Brasil, 2001 -2002**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003.

GENÚ, P.J. de C e PINTO, A.C.de Q (Editores). **A cultura da mangueira**. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica, 2002.

GIACOMIN, G.S; OHNUMA JR, A.A. **A pegada hídrica como instrumento de conscientização ambiental**.v.7, n.9, p. 1571-1526, 2012.

GUIMARÃES , R. M. A.M. **Estado e política ambiental em Sergipe**. São Cristovão: Editora UFS, Fundação Oviêdo Teixeira, 2010.

GRAÇA, C.A.L. **Pegada Hídrica: um estudo de caso de água cinzenta de um produto agrícola**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica) – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa , 2011.

HANSEN, Don R; MOWEN, M.M. **Gestão de custos: contabilidade e controle**. Tradução Robert Brian Taylor. Revisão Técnica Elias Pereira. São Paulo : Cengage Learning, 2009.



HASTINGS, E., PEGRAM, G. Literature Review for the Applicability of Water Footprints in South Africa, WRC Report No. 2099/P/11, Water Research Commission, Gezina, South Africa, 2012.

HOEKSTRA, Arjen Y. et al. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: estabelecendo o padrão global**. Earthscan. 2011.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro: 2006. Disponível em <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Agropecuario\\_2006/Censo\\_Agropecuario\\_2006.zip](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/Censo_Agropecuario_2006.zip)>. Acesso em 12 de setembro de 2016.

JACOBI, P.R. Pegada Hídrica e aprendizagem social : o desafio de ampliar interações sociais. In: EMPINOTI, V; JACOBI, P.R.(Org.). **Pegada Hídrica : inovação , corresponsabilização e os desafios de sua aplicação**. São Paulo: Annablume, 2012.

LEFF, Henrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 8 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

LIMA, G.M. de. Sergipe. In: XAVIER, Y.M.D.A e BEZZERA, F.N. (Org.) **Gestão Legal dos recursos hídricos dos Estados do Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2005.

LIMA, J.S.S. de. et al. **Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamento e em dois cultivos**. Revista Ciências Agrônômicas, v.38, n. 4, p. 407-413, 2007.

MACHADO, C.J.S; MIRANDA, N; PINHEIRO, A.A.dos S. A nova Aliança entre Estado e Sociedade na Administração Pública: Descentralização e Participação na Política Nacional de Recursos Hídricos .IN:MACHADO, C.J.S.(Org.). **Gestão de Águas Doces**. Rio de Janeiro: Interciência , 2004.

MARTINS, A.P; PAULINO, H.B; FILHO, R.R.G. Legislação de Recursos hídricos. IN: FILHO, R.R.G.(Org.). **Gestão de Recursos Hídricos : Conceitos e experiências em Bacias Hidrográficas**. 1ed. Goiânia: Gráfica e Editora América, 2003.

MARTINS, et al. **Sistema integrado de custos agropecuários-CUSTAGRI**. Informações Econômicas, São Paulo, v.28,n.1,jan. 1998.

MARTINS, R.C; FELIDADE, N. Limitações de abordagem neoclássica como suporte teórico para a gestão de recursos hídricos no Brasil. IN: FELICIDADE, N; MARTINS.R.C; LEME.A.A. **Uso e Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil: Velhos e novos desafios para a cidadania**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2006.

MARZULLO, R. de C. M; MATAI, P.H.L. dos S. A Pegada Hídrica com abordagem de avaliação do ciclo de vida (AVC). In: EMPINOTI, V; JACOBI, P.R.(Org.). **Pegada Hídrica : inovação , corresponsabilização e os desafios de sua aplicação**. São Paulo: Annablume, 2012.

MATOS, R.R.A de . **Estimativa dos componentes azul e verde da pegada hídrica da batata-doce no agreste sergipano**. 2015. 53 f. Dissertação ( Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão/SE : UFS, 2015.

MEKONNEN, M. M.; Hoekstra, A.Y. **The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products**. Hydrology and Earth System Sciences, v.15, n.5, 2011.

MEKONNEN,M.M; HOEKSTRA, A.Y. **The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products**. Value of Water Ressearch Report Series No.47. Delf, The Netherlands: UNESCO-IHE, v. 1. 2010

MELO, E. de A. et al. **Atividade Antioxidante de extrato de Coentro (Coriandrum sativum L.)** Ciênc. Tecnol. Aliment.; Campinas, 23 (Supl) : 195-199, dez- 2003.

MILLER JR, G.T. **Ciência Ambiental**. Tradução All Tasks. Revisão Técnica Wellington Braz Carvalho. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

ODUM, Eugene P. **Ecologia**. Tradução Cristopher J. Tribe. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan S.A, 1988.

OLIVEIRA, Ademar P. de; et al. **Produção e qualidade fisiológica de sementes de coentro em função de doses de nitrogênio**. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, nº 1, p.193-198, 2006.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N.A., SEDIYAMA, G.C. **Evapo(trasnpí)-ração**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 183 p. 1997.

PEREIRA, B.F.M. **Eficiência econômica de culturas de coentro consorciado com rabanete adubado com jítirana mais esterco bovino**. *Revista Verde*, v.10, n. 3, p.23-25, 2015.

PEREIRA, R.S; MUNIZ, M.F.B.; NASCIMENTO, W.M. **Aspectos relacionados à qualidade de sementes de coentro**. *Horticultura Brasileira*. Brasília, v.23,n.3, p.703-706, jul-set 2005.

PINDYCK, S.R; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. Tradução Eleutério Prado, Thelma Guimarães e Luciana do Amaral Teixeira. 7ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2010.

PRUSKI, F.F e PRUSKI, P.C. Tecnologia e inovação frente a gestão dos recursos hídricos. In: MEDEIROS, S. S. et al. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Águas doce no mundo e no Brasil**.IN: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito, TUNDISI, José Galizia.(org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

RIBEIRO,C.S. **Pegada Hídrica e Água Virtual: Estudo de caso da manga no Submédio do Vale do São Francisco, Brasil**.2014. 79f. Dissertação (Mestrado em Economia)-Falculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2014.

ROCHA, S.R; STUDART, T.M de. **A pegada hídrica das exportações agrícolas de Pernambuco.** Revista de Geografia. UFPE. V.31.n.3,2014.

SANTOS, C.O. **Questões socioambientais nos perímetros irrigados do Município de Itabaiana/SE.** ACTA Geográfica, Boa Vista, v.7. n.14, pp. 139-152, 2003

SECRETARIA DE ESTADO DA COMUNICAÇÃO SOCIAL DE SERGIPE, 2014. disponível em: <http://www.agencia.se.gov.br/noticias/irrigacao/perimetros-irrigado-tem-colheita-recorde-de-115-mil-toneladas>-Acessado em 20 de outubro de 2016.

SERGIPE(ESTADO). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos PROÁGUA Nacional. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Sergipe.** Relatório Final (RF-i) Vol. 1. Aracaju, 2011.

SERGIPE, Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – Superintendência de Recursos Hídricos. Sergipe: Atlas digital sobre recursos hídricos. CD ROOM, 2016.

SILVA VPR; TAVARES AL; SOUSA IF. 2013. **Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro.** *Horticultura Brasileira* 31: 255-259.

SILVA, S. de D. da, et al. **Uso de torta de mamona como fertilizantes orgânico.** Pesquisa Agropecuária Trop., v.42, n.1, p. 19-27, 2012.

SILVA, V. de P.R. da et al. **Uma medida de sustentabilidade ambiental : Pegada Hídrica.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v.17, n. 1. P. 100-105, 2013.

SILVA, V. de P.R. da et al. **Medições e modelagem da pegada hídrica da cana-de-açúcar cultivada no Estado da Paraíba.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande-PB, v. 19, n.6, 2015

SILVA, V.P.R. **On climate variability in Northeast of Brazil.** Journal of Arid Environments n.58, p.575-596,2004.

TACHIZAWA, T. **Gestão Ambiental e responsabilidade social corporativa:** estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. São Paulo : 7 ed. Atlas, 2011.

TADEU. N.D; SINISGALLI. P. O uso da Pegada Hídrica na análise do ambiente. In: EMPINOTI, V; JACOBI, P.R.(Org.).**Pegada Hídrica : inovação , corresponsabilização e os desafios de sua aplicação.** São Paulo: Annablume, 2012.

TAVARES, A. L. **Fenometria, produtividade e necessidade hídrica das culturas da alface e do coentro em clima tropical.** 2016 Tese (Doutorado em Meteorologia) Universidade Federal de Campina Grande . Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas. Campina Grande, 2016

TOLEDO, P. H. de O. et al. **Efeito da Pegada Hídrica da cana-de-açúcar: Sustentabilidade Hídrica em Bacia Hidrográfica.** XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídrico. Brasília-DF, 2015.

THOEH, Frederich. R; THOMPSON, Louis M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6 ed. Tradução Durval Dourado Neto ; Manuella Nóbrega Dourado. São Paulo: Andrei Editora LTDA, 2007.

TUCCI, C.E.M; HESPANHOL, I e NETTO, O. de M.C. **Gestão da água no Brasil**. Brasília : UNESCO, 2001-2003.

TUNDISI, J.G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções**. Estudo avançado. V.22,n. 63,2008.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, M.T.; **Recursos Hídricos no século XXI** . ed. ampliada e atualizada. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

VASCONCELOS, Leirson S.B de . **Desenvolvimento de plantas de coentro em função da força iônica da solução nutritiva** . 2008. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco , Recife , 2008.

VASCONCELOS, Marco Antonio Sandoval de. **Economia: micro e macro: teoria e exercícios, glossários com os 300 principais conceitos econômicos**. 5.ed. São Paulo: Ed. Atlas,2011.

XAVIER, M. de A; BEZERRA,N.F.(Org.). **Gestão Legal dos Recursos Hídricos dos Estados do Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer,2005. 187p.

ZARÁTE, N.A.H. et al. **Produção e renda bruta de cebolinha e de coentro em cultivo solteiro e consorciado**. Ciências Agrárias , v.10, n.2, p. 149-154, 2005.